Ülkemizin Özgün ve Yerli İnsansız Hava Araçları Görevde...

Bilim ve Teknik



Aylık Popüler Bilim Dergisi
Aralık 2010 Yıl 44 Sayı **517**
4 TL

İnsansız Hava Araçları

500. Gezegen

Değişken Sabitler!

Teknolojileriyle Dünyadaki Rakipleriyle Yarışan Türkiye'nin İnsansız Hava Araçları

Bağışıklık Sistemi: Dost mu, Düşman mı?

Uyku



Bilim ve Teknik
TÜBİTAK

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 44 Sayı 517
Aralık 2010

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır" Mustafa Kemal Atatürk


ANKA

Uzun yıllar dünyanın önde gelen ülkelerinin yaptığı teknolojik ürünlere gıptayla baktık. Son yıllardaysa ülkemizde sevindirici gelişmeler yaşanıyor. Birçok ileri teknoloji ürünü, yerli beyin gücümüz ve kaynağımızla üretiliyor. İnsansız hava araçları teknolojisinde ortaya konulan ürünler bunların en yenileri. İnsansız hava araçları tarımsal ilaçlama, bilimsel araştırmalar için ölçüm yapma gibi alanlarda da kullanılıyor olsa da asıl olarak askeri amaçlara hizmet ediyor. Keşif, gözetleme, istihbarat, mühimmat taşıma gibi askeri görevler, insansız araçlarla gerçekleştirilebilen işlerden bazıları. İnsanlı uçakların yetenekleri, keskin manevra, dalış-çıkış ve kabin basıncı gibi hususlarda insan bedeninin dayanıklılığıyla sınırlanıyor. İnsansız hava aracı üretim teknolojisine sahip olan ülkeler, tüm bu sınırları aşabilen araçlarıyla öne çıkıyor. Ülkemiz de insansız araç teknolojilerinde önemli başarı öykülerine imza atıyor. Biz bu milli başarıların ürünlerini tanıtmaya çalıştık. Gece 3-4'lere kadar çalışıp büroda uyuyup sonra yeniden işine devam eden Baykar Makina çalışanlarının dilden dile dolaşan öyküleri, TAI'deki mühendislerimizin beş yıllık yoğun çalışmalarının ürünü ANKA'nın öyküsü anlatılmayı bekliyor. Romancılarımız, hikâyecilerimiz, film yapımcılarımız, ülkemizin gururu çalışmaları yapanların yaşamlarına ayna tutmalı diye düşünüyoruz. İnsansız hava araçlarının tarihçesinden başlayarak Türkiye'nin insansız hava aracı serüvenini ortaya koyan yazıları dergimiz için derlememize yardımcı olan ve konu editörlüğünü yapan Prof. Dr. Taner Altunok'a çok teşekkür ediyoruz. Meteksan Savunma'da veri linki geliştirme projelerinde görev alan Zuhal Kale Demirkıran, "İnsansız Hava Araçlarının Gelişimi" başlıklı yazısıyla alanın tarihsel geçmişi ele alıyor. TUSAŞ İHA Sistemleri Mühendislik Müdürlüğü'nde Sistem Mühendisliği görevini yürüten A. Bahar Haser, "Bu İnsansız Hava Aracı'ndan Daha Önce Yapmamış mıydık?" başlıklı yazısıyla araçların genel özellikleri ve çeşitleri hakkında bilgiler veriyor. Baykar Makina Genel Müdürü Haluk Bayraktar ve Baykar Makina'da Ar-Ge Liderliği görevini yürüten Selçuk Bayraktar, "Teknolojileriyle Dünyadaki Rakipleriyle Yarışan Özgün ve Milli İnsansız Hava Araçları: Bayraktar, Malazgirt ve Çaldıran" başlıklı yazılarıyla yerli kaynak ve beyin gücüyle ürettikleri araçları anlatıyorlar. TUSAŞ İHA Sistemleri Mühendislik Müdürlüğü'nde Hava Aracı Genel Tasarım Liderliği görevini sürdüren Gürkan Çetin, "Türk İnsansız Uçak Sistemlerinin En Gelişmişi: ANKA" başlıklı yazısında beş yıllık emeklerinin ürününü tanıtıyor.
Arkadaşımız Zeynep Ünalan, "Değişken Sabitler!" başlığıyla fizik sabitlerinin değişip değişemeyeceği tartışmalarını anlatıyor. Özlem İkinci ise, "Bağışıklık Sistemi Dost mu, Düşman mı?" başlıklı yazısıyla besinlerimizde bulunan kimyasal gıda katkı maddeleri ya da zirai ilaçlar gibi çevresel etkenler ve genetik nedenlerle ortaya çıkan otoimmün hastalıklara dikkat çekiyor. Yazarımız Bahri Karaçay, uyku konusundaki araştırmalardan örnekler verdiği yazısında yaşamımızın üçte birini geçirdiğimiz dönemi anlatıyor. Radyasyon fizikçisi Yüksel Atakan, baz istasyonları, çevrelerindeki ölçümler ve insana etkileriyle mobil iletişimin nasıl sağlandığını ele alıyor. Yazarımız Abdurrahman Coşkun bu ay hücrelerin protein fabrikaları olan ribozomları tanıtıyor. Hüseyin Gazi Topdemir hocamız da çok yönlü bir bilgin olan Bîrûnî'nin yaşamını, eserlerini ve dönemin bilim anlayışını bizlere anlatıyor. Böyle zengin bir dergiyle 2010 yılını tamamlıyoruz. Yeni yılda daha da zengin dergilerde buluşmak üzere...

Saygılarımızla
Duran Akca

Yazışma Adresi
Bilim ve Teknik Dergisi
Atatürk Bulvarı
No: 221 Kavaklıdere 06100
Çankaya - Ankara

Tel
(312) 427 06 25
(312) 427 23 92

Faks
(312) 427 66 77

Abone İlişkileri
(312) 468 53 00
Faks: (312) 427 13 36
abone@tubitak.gov.tr

Internet
www.biltek.tubitak.gov.tr
e-posta
bteknik@tubitak.gov.tr

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 4 TL

Yurtdışı Fiyatı 5 Euro.

Dağıtım: TDP A.Ş.
http://www.tdp.com.tr

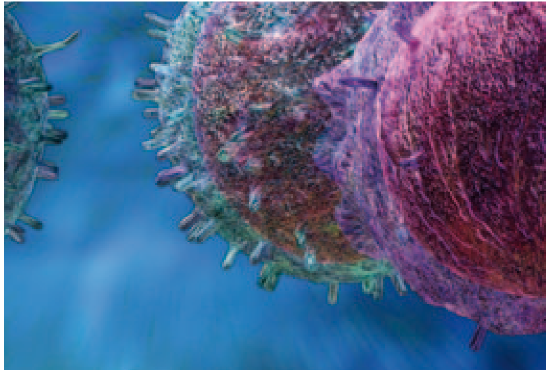
Baskı: İmpress Baskı Tesisleri
İmaj İç ve Dış Tic. A.Ş.
imajas.com.tr

Baskı Tarihi: 29.11.2010

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

İçindekiler









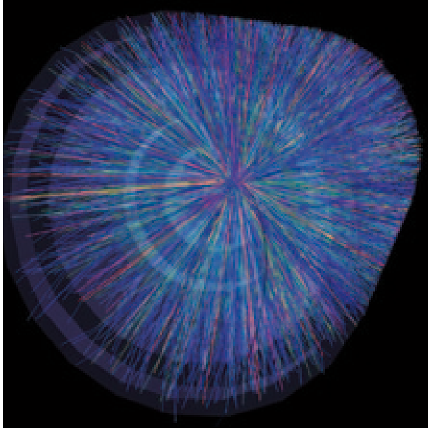




CERN'den Haberler

Doç. Dr. Bilge Demirköz

Kurşun Çarpışmalarına Başlandı Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda (LHC) proton çarpışmaları programı 2010 için hedeflenen miktarın yaklaşık iki katının toplanmasıyla 3 Kasım 2010 günü sona erdi. Büyük Patlama'dan hemen sonraki ortama, dünyada yapılabilecek en yakın ortamın yaratılması amacıyla kurşun çekirdeği çarpışmaları aşamasına geçildi. Dört günlük kısa bir test aşamasından sonra ilk kurşun çekirdeği çarpışmaları 7 Kasım gecesi saat 00.30'da gerçekleşti.



Çarpışmalardan beklendiği üzere binlerce parçacığın çarpışmaları gözlemleyen deney düzeneklerinin içine saçılması, CERN'de çalışanlar için yine çok heyecan verici oldu. ALICE, CMS ve ATLAS deney düzeneklerinde çarpışmalar, 6 Aralık gününe kadar devam edecek. LHC'deki diğer büyük deney düzeneği olan ve evrende karşı-maddenin neden madde kadar sıklıkla bulunmadığını araştıran LHCb deney düzeneğinde ise çarpışmalar, çok hassas bir deney düzeneği olması nedeniyle gerçekleştirilmiyor. Proton çarpışmalarından kurşun çekirdeği çarpışmalarına geçişin çok hızlı olmasının LHC programının olgunluğa erişmesinin bir meyvesi olduğunu söyleyen CERN Direktörü Dr. Rolf Heuer, LHC'nin artık bir saat gibi işlediğine dikkat çekti.

Bu çarpışmaların sağlanabilmesi için ilk olarak kurşun atomlarından elektronlar koparılıyor. Hızlandırılan kurşun çekirdekleri, 82 proton içerdiklerinden dolayı 287TeV'lik enerjiye çıkarılabiliyor. Bu enerji seviyesi 7TeV'lik proton çarpışmalarından çok daha yüksek.

Kurşun çekirdeği çarpışmalarının başlamasından sonra sonuçların ATLAS ve ALICE deney düzeneklerinde çalışanlar tarafından makale olarak yayımlanması sadece iki hafta aldı. CMS deney düzeneği çalışanları tarafından da doğrulanan sonuçlara göre çarpışmalardan çıkan fizik olayları evrenin başlangıcında oluştuğu düşünülen kuark-gluon plazmasına ışık tutacak nitelikte. Evrenin başlangıcında şu anda etrafımızdaki maddeyi oluşturan proton ve nötronlar yerine onların eriyik hali olarak kabul edilebilecek ve proton ve nötronların yapıtaşları olan kuark ve gluonlardan oluşan bir "sıcak çorbanın" olduğu düşünülüyor. Maddenin farklı bir hali olan bu çorbayı (plazmayı) iyi anlamanın evrenin nasıl oluştuğu konusuna ışık tutması umuluyor. ATLAS deneyinin anlatıldığı makale 25 Kasım gecesi basıma yollandı ve akademik bir makale için rekor sayılabilecek bir şekilde birkaç saat içinde kabul edildi. Makalede daha önce hiç görülmediği üzere, çarpışmalardan çıkması beklenen, tek başına çarpışma noktasından ayrılarak hızlı bir şekilde saçılan kuark ve gluonların sonucu olarak oluşan "jet"lerin şiddetli bir şekilde bastırıldığının gözlendiği belirtiliyor. Kuark gluon plazmasının oluşması durumunda böyle bir azalmanın gözlenebileceği biliniyordu. Ancak LHC'den önceki RHIC deneyinde gözlemlenmediği için bu sonuç büyük önem taşıyor. Üç deneyin sonuçları da 2 Aralık günü CERN'deki bir toplantıda detaylı bir şekilde açıklanacak.

Kurşun çekirdeği çarpışmalarına 6 Aralık gününe kadar devam edilecek. Sonrasında LHC bakıma girecek ve Şubat ayının sonlarında tekrar proton çarpışmaları programına 2011 yılı süresince hiç durmadan devam etmek hedefiyle dönecek.

Ay Büzüşüyor mu?

Büşra Kamiloğlu

Son 1 milyar yılda büzüştüğü bilinen Ay'ın, hâlâ büzüşmeye devam ettiği düşünülüyor. Bu da Ay'ın, jeolojik açıdan, tahmin edilenden daha aktif olduğunu gösteriyor.

Ay, oluşumu sırasında birçok meteorun bombardımanına uğramış, birçok çarpışma geçirmiş, radyoaktif bozunmalar oluşmuş.



Bu da Ay'ın ısınmasına neden olmuş. Soğudukça da büzüşmeye başlamış. Bu olayların çok eski zamanlarda gerçekleştiği kabul ediliyordu; ta ki, yeni çalışmalar Ay'ın hâlâ büzüştüğünü gösterene kadar.

Ay büzüştükçe, mantoda ve Ay yüzeyinde itme kuvvetleri oluşuyor ve birbiri üzerinde büyüyen, üzümü andıran kubbemsi yapılar görülüyor. Bunlara "kırışıklık sırtları" deniliyor.

Bundan yaklaşık 40 yıl önce Apollo 15, 16 ve 17 yüksek çözünürlüklü panoramik kamerayla kırışıklık sırtlarının bir kısmını fotoğraflamıştı. Görev gereği Ay'ın ekvator çevresini inceleyen Apollo, yüzeyin yalnız %20'sini inceleyebildiği için bilim insanları bu sırtların büzüşmeyle alakalı olup olmadığı ya da sadece ekvatorda gerçekleşip gerçekleşmediği konusunda kesin yargıya varamamıştı. Ay Keşif Aracı (LRO) ile yapılan son araştırmalarda, kutuplara doğru konumlanmış 14 sırt daha tespit edildi. Sırtların bazılarının, daha önceden oluşmuş olan kraterlerin üzerinde oluşması; en yaşlı kraterden daha genç olduklarını gösteriyor. En yaşlı krater 1 milyar yıldan daha genç olduğu için, sırt oluşumunun aslında çok yakın zamanda gerçekleştiği ve tektonik hareketlerin hâlâ devam ettiği düşünülüyor. Bu da Ay'ın büzüşmeye devam ettiğini gösteriyor.

Eğer yukarıdaki kuram doğruysa, tektonik hareketler ve sırt oluşumları sırasında Ay'da depremlerin olması gerekiyor. Depremlerin çoğu, meteor çarpması, dünyadaki gelgitler ve gece

gündüz arasındaki sıcaklık değişiminden, bir kısmı ise sırt oluşumundan kaynaklanıyor. Eğer sırt oluşumundan kaynaklı bir deprem olduysa, 1970 yılında NASA astronotları tarafından Ay'a yerleştirilen sismometreler aracılığıyla bu deprem kaydedilmiştir. Araştırmacılar, Apollo panoramik kamerasından çekilen görüntülerle, LRO'nun yeni görüntülerini karşılaştırıp son 20-30 yıl içerisinde bir değişiklik olup olmadığını kontrol edecek.

Kırışıklık sırtları Güneş Sistemi'ndeki bazı gezegenlerde de mevcut. Merkür, yaklaşık 1 kilometre yüksekliğinde ve yüzlerce kilometre uzunluğunda sırt oluşumlarına sahip. Aydaki sırtların 10 metre yüksekliğinde ve çok kısa oldukları düşünülürse, Merkür'deki sırtların devasa olduğu anlaşılır. Ay, son 1 milyar yılda 200 metre büzüştüğü için sırtlar, Merkür'e göre oldukça küçük kalıyor. Merkür'deki sırtların devasa olmasının sebebi, oluşumu sırasında Merkür'ün tamamen erimiş olması. Bu durumda soğuma hızı Ay'ınkine oranla yüksek kalıyor ve ciddi bir büzüşme görülüyor. Büzüşme sonucunda da büyük sırt oluşumları görülüyor.

Merkür örneğinde olduğu gibi, büzüşmenin ne kadar olacağının incelenmesi için soğuma hızına bakmak gerekiyor. Soğuma hızını anlamak içinse gökcisminin iç yapısının incelenmesi gerekiyor. Bir gök cisminin iç yapısının incelenmesi, hem kendi oluşumu hem de bulunduğu sistemin anlaşılması açısından büyük önem arz ediyor. Şimdi, bilim insanları Ay'daki sırt oluşumlarını incelerken, Ay'ın iç yapısı hakkında bilgi sahibi olmaya çalışarak, Güneş Sistemi'ni anlamada yol kat etmiş olacak.

Tropikal Ormanların Yok Edilmesi Çifte Zarar

Yunus Can Esmeroğlu

Tropikal ormanların yok edilmesinin iklimler üzerindeki olumsuz etkisi bilinen bir gerçek. Yeni yapılan bir çalışmanın sonucuna göre ormanlar yok edilerek açılan bu tarım arazilerinde yapılan ekimlerin de verimsiz olduğu ortaya çıktı.

Wisconsin-Madison Üniversitesi'nden araştırmacı Paul West ve ekibi 175 farklı tarım ürününün dünyanın değişik yerlerindeki potansiyel verimini araştırdı.

Önce mevcut doğal bitki örtüsünün ortadan kaldırılması sürecinde salınacak karbon miktarı hesaplandı. Hesaplamalara göre tropikal bitki örtüsünün ortadan kaldırılması ılıman bölgelerdekine kıyasla iki kat daha fazla karbon salımına sebep oluyor; ayrıca buralarda topraktan elde edilecek verim ılıman bölgelerdeki arazilerdekinin yarısı kadar.

"Eğer ürün hasılatında artış, karbon salımında da azalma istiyorsak, mevcut ekim alanlarındaki verimi artırma üzerinde çalışmak çok daha akıllıca olacaktır." diyor Paul West.

Stanford Üniversitesi'nden Gregory Asner da tarım alanlarının tropik orman bölgelerine doğru ilerlemesinin hem iklim açısından hem de üretici açısından zararlı olacağını doğruluyor. Ancak mevcut tarım alanlarındaki verimi artırma çalışmaları sırasında aşırı gübrelemeden kaynaklanacak aşırı azot birikiminin de farklı zararlara yol açabileceğini belirtiyor. O nedenle verim artırma araştırmaları yapılırken bu durum da göz önünde bulundurulmalı.



Matematik Becerisi

Şefika Eroğlu Özcan

Chicago Üniversitesi Psikoloji Bölümü'nden araştırmacılar, ebeveynlerin küçük çocuklarıyla sayılar hakkında sıkça konuşmalarının, çocukların matematik becerilerini geliştirdiğini söylüyor. Bu çalışmaya göre, ebeveynler küçük yaştaki çocuklarıyla daha sık sayıları kullanarak konuştuğunda, çocuklar sayılar arasındaki ilişkiyi daha çabuk kavrıyor ve ileriki yaşlarda matematik başarıları artıyor.

Bu çalışmada, araştırmacılar beş ayrı ev ziyareti gerçekleştiriyor. 44 ebeveynin çocuklarıyla etkileşimi videoya kaydediliyor. Dört aylık aralıklarla yinelenen ziyaretlerin her biri 90 dakika sürüyor. Çalışmaya katılan çocukların yaş aralığı 2,5 ile 14 arasında. Çalışma sürecinde bazı ebeveynlerin bir günde cümle içinde birkaç sayı kullandığı, bazılarındaysa bu sayının 257'ye vardığı gözleniyor.



Araştırmacılar, ebeveynlerin bu davranışlarının çocukların sayıları kavraması üzerindeki etkisini ölçmek için çeşitli testler uyguluyor. Örneğin çocuklara üzerinde farklı sayıda kareler olan kâğıtlar gösteriliyor ve çocuklardan beş tane kare olan kâğıdı bulmaları isteniyor. Günlük yaşamda daha sık sayılarla konuşan ailelerin çocuklarının bu tür sorulara diğer çocuklara göre daha fazla doğru cevap verdiği gözleniyor.

Araştırmacı psikologlardan Suzan Levine ebeveynlere tavsiyelerde bulunuyor. Levine, okul öncesi çocuklarla konuşurken "biraz bisküvi ister misin" demek yerine "iki bisküvi ister misin" diye sormanın daha etkili olacağını belirtiyor. Ya da çocuğun yemek sandalyesine dökülen krakerleri beraber sayabileceklerini, sonra da diyelim ki dört kraker varsa birini yediğinde "geriye kaç kraker kaldı" türü sorular yöneltilebileceğini söylüyor.

Güneş Işığı Günlük Ritmimizi Nasıl Etkiliyor?

Özlem İkinci

Bilim insanları bitkilerdeki günlük aktiviteyi incelerken, bitkilerin genlerinde günışığı süresine, şafak ve alacakaranlık zamanlarına tepki göstermelerini sağlayan bir sistem olduğunu keşfettiler.

Bu sistem sayesinde bitkiler gün ışığındaki mevsimsel değişimlere kendi iç saatlerini her gün sıfırlayarak tepki gösteriyor ve büyüme, çiçeklenme gibi önemli aktivitelerinin zamanını kontrol edebiliyor.



Warwick Üniversitesi, Central Lancashire Üniversitesi ve Macaristan Bilimler Akademisi ile birlikte yürütülen, *Molecular Systems Biology* dergisinde yayımlanan çalışmanın bulguları, insanlar da dahil olmak üzere tüm canlıların gün ışığı değişimlerine nasıl tepki gösterdiğini ve vücudumuzun günlük ritminin örneğin kıtalararası yolculuklarda bozulduğunda nasıl tepki gösterdiğini anlamaya ışık tutacak.

Birçok canlıda olan günlük ritm, gün içerisinde değişen örneğin insanlarda uyku, vücut sıcaklığı, kan basıncı ve fiziksel güç gibi pek çok biyolojik işlevi etkiliyor

Edinburgh Üniversitesi'nden araştırmacılar gün ışığına ek olarak şafak ve alacakaranlığın da bitkilerin ritmini ne kadar etkilediğini göstermek amacıyla matematiksel bir model kullandı.

Çalışmanın yürütücüsü Edinburg Üniversitesi, Biyoloji Bölümü'nden Prof. Andrew Millar sonuçlarının bitkilerin ve insanların değişen gün uzunluklarına nasıl tepki gösterdiğiyle ilgili önemli bilgiler sağladığını ve bu bilgilerin ışık ve karanlığın günlük ritmimizi sekteye uğrattığı zaman bununla nasıl başa çıkacağımızı anlamamız için bir yol açtığını söylüyor.

Mola Vermenin Dayanılmaz Ağırlığı

Oğuzhan Vıcıl

Yoğun ve yorucu bir iş günü daha yaşıyorsunuz...Yine yapılacak çok iş var ve her zamanki gibi zamana karşı yarış halindesiniz. Büyük ihtimal yine mesaiye kalacak, uzun ve uykusuz bir gecenin sonunda işinizi teslim edeceksiniz. Gerçi sabahtan beri oldukça verimli çalıştınız, işler de yolunda gitti. Bunun getirdiği rahatlıkla omuzlar yavaş yavaş çöküyor ve yorulduğunuzu hissediyorsunuz. Parmaklarınız hafif hafif sızlıyor, göz kapaklarınız daha da bir ağırlaşıyor. Bir kahve molası verip internette kısa süreli bir gezinti yaparak hem rahatlamak hem de kendinizi ödüllendirmek istiyorsunuz. Vereceğiniz bu molanın hem fiziksel hem de zihinsel olarak sizi dinlendireceğini düşünüyorsunuz. Sonrasında çok daha zinde ve konsantre bir şekilde işinize kaldığınız yerden devam edebileceksiniz.

Peki yoğun çalışma temposu altında fiziksel olarak tükendiğimizi hissettiğimiz anlarda verilen molalar gerçekten iyi bir fikir mi? Stanford Üniversitesi bilim insanları tarafından gerçekleştirilen güncel



bir çalışma, yıllardır sanılanın aksine, mola ihtiyacının fiziksel bir ihtiyaç olmaktan çok beynimizde gerçekleşen bir istek olduğu yönünde önemli veriler sunuyor.

Geçtiğimiz Eylül ayında *Psychological Science* dergisinin internet baskısında yayımlanan bilimsel bir çalışmada, nefsin istek ve arzularına karşı koyabilme ve yoğun çaba gerektiren çalışmalara konsantre olabilme yeteneği olan iradenin sınırlı bir kaynak olup olmadığı ele alındı. Bu çalışmadan öncesine kadar iradenin sınırlı bir kaynak olduğu, bunun tükenmesi durumunda ise fiziksel olarak dinlenmenin, bir şeyler atıştırmanın veya farklı bir aktiviteyle meşgul olma gibi şeylerin tükenen iradeyi tekrar canlandırabileceği görüşü kabul görmekteydi.

Stanford Üniversitesi bilim insanları tarafından gerçekleştirilen güncel bir çalışma ise, yoğun zihinsel çaba gerektiren işlerde konsantre bir şekilde ne kadar uzun süreli çalışılabileceği hususunda, kişilerin irade konusundaki kendi inanışlarının belirleyici olduğunu ortaya koyuyor.

Çalışmayı yürüten bilim insanları hipotezlerini sınamak amacıyla Stanford Üniversitesi öğrencilerini içeren bir deney yaptılar. Katılımcılara yorucu bir işten sonra standart konsantrasyon testi uygulandı. Bu testin sonucuna göre, iradenin sınırlı bir kaynak olduğu görüşüne sahip olanlar

veya bu yönde yapılan telkini kabul edenler, bu yönde düşünmeyenlere ve iradenin kontrol edilebileceği görüşüne sahip olanlara nazaran daha düşük performans gösterdi. Çalışmada yer alan araştırmacılardan Veronika Job, iradenin biyolojik olarak sınırlı bir şey olduğunu düşünenlerin, zorlu görevler karşısında daha çabuk yorulmaya meyilli olduklarını, bu şekilde düşünmeyenlerin ise çok daha uzun süreli çalışabildiğini belirtiyor.

Özellikle ders çalışma zorluğu çeken öğrencilere bugüne kadar sürekli çalışmaktan yorulup konsantrasyon problemi yaşamaya başladıklarında ara vermeleri gerektiği söylendi ve söylenmeye de devam ediyor. Bu görüşe karşın, çalışmada yer alan Stanford Üniversitesi psikoloji profesörlerinden Carol Dweck, iradenin sınırsız bir kaynak olduğunu düşünmenin ve buna inanmanın, zorlu görevler karşısında daha faydalı olduğunu ve performans artırıcı etkisi olduğunu belirtiyor.

Tüm bu bulgular klasik anlayışın tersine bir takım veriler sunsa da, yine de temkinli olmakta fayda var. Bir diğer deyişle, gerçekten fiziksel ve zihinsel olarak tükenildiğinde vücudun kendini yenileyebilmesi için gerekli olan molanın verilmesi önemli. Diğer yandan bu bilimsel çalışmanın ortaya koyduğu bulgular, çoğu zaman gereksiz yere mola verildiğini, belki de çoğu zaman zorlu ve zevksiz görevler karşısında bir kaçış fırsatı sunduğu için bu molaların verildiğini göstermesi bakımından da oldukça manidar.

Türkiye'nin İlk İnsansız Deniz Aracı: GLOBİDA

Bülent Gözcelioğlu



Türkiye'de insansız deniz aracı üzerine yapılan ilk çalışma TÜBİTAK'ın desteğiyle Global Teknik AŞ tarafından tamamlandı. Tasarımla başlayan insansız deniz aracının yapımı, iki farklı koldan gerçekleştirildi. Bir yandan, küçük bir model tekne üzerine görüntüleme, veri toplama ve iletişimle ilgili uygulamalar için gerekli yazılımlar hazırlanırken, diğer yandan, denizdeki meteorolojik koşullar göz önüne alınarak farklı hava koşullarında görev yapabilecek bir gövde tasarımı üzerinde çalışıldı. Elde edilen tasarımlar sonunda CNC makinelerinde modellendi ve bu modellerden kalıplar alınarak gövde kısmı yapıldı. Su testleri tamamlandıktan sonra gövdeye elektronik donanım eklendi. Gövdenin yapısında batmazlık özelliği olan cam elyafı, su kontrası, strafor gibi malzemeler kullanıldı. Suya indirildikten sonra da sızdırmazlık testi, stabilize kontrol testi, motor verimlilik testi, aviyonik (hava elektroniği) test ve mesafe testleri uygulandı.

İnsansız deniz aracı, gerek gövde gerekse faydalı yükü oluşturan sistemler açısından su geçirmez nitelikte tasarlandı. Ekipmanların gövde içerisinde hava alma kanalları da bulunuyor. Batma olasılığı olmayan insansız deniz aracı, kapalı denizaltı sistemi ile üç bölmeden oluşuyor. Bir bölmeden yara alsa dahi diğer bölmelere su geçme olasılığı yok. Aynı zamanda her bölmede sintine (boşaltma) pompası bulunuyor ve su alması durumunda pompalar suyu hemen tahliye ediyor. Tüm bölmeler içinde boş kalan kısımlar da straforla doldurularak su almayacak şekilde cam elyafla tekrar kaplanmış ve batmazlık sağlanmış. Özellikle üst gövde, farklı yönlerden gelen dalgaların gövdeyi en az etkilemesi ve suyun hemen süzülmesini sağlayacak şekilde tasarlanmış.

İnsansız deniz aracının uzaktan kontrolü, görüntü ve veri aktarımı tek bir anten üzerinden sağlanıyor. Mevcut harita üzerinde GPS koordinatları girilerek veya dokunmatik ekrandan işaretlenerek rota belirleniyor. Sürekli veri iletişimi olduğu için seyir anında koordinatlar da değiştirilebiliyor. Alıcılar aracılığıyla algılanan riskler hazırlanan yazılım sayesinde yorumlanarak kazayı engelleyici senaryolar devreye sokulabiliyor. İnsansız deniz aracının üzerine radar, sonar, sualtı kamerası, robot kolları, hafif makineli tüfek sistemleri gibi cihazlar, ışıklandırma sistemleri ve hafif silahlar gibi ihtiyaca göre birçok şey eklenebiliyor.

İnsansız deniz aracının yapım aşamasında 16 kişi çalışmış. 18 aylık bir zamanda gerçekleştirilen proje, üç milyon dolara mal olmuş. Yapım sırasında elektronik ve yazılımda pek fazla sorunla karşılaşılmamış. Karada antenlerin sürekli birbirini görme imkânı olmasına rağmen, denizde 18 km'den daha uzun mesafelerde bunun mümkün olmaması nedeniyle ve araya gemilerin girmesi durumunda kontrol merkeziyle tekne arasında iletişim kopukluğu yaşanacağından farklı datalink çözümleri, alıcılar ve yazılımlarla bu riskler ortadan kaldırılmış.

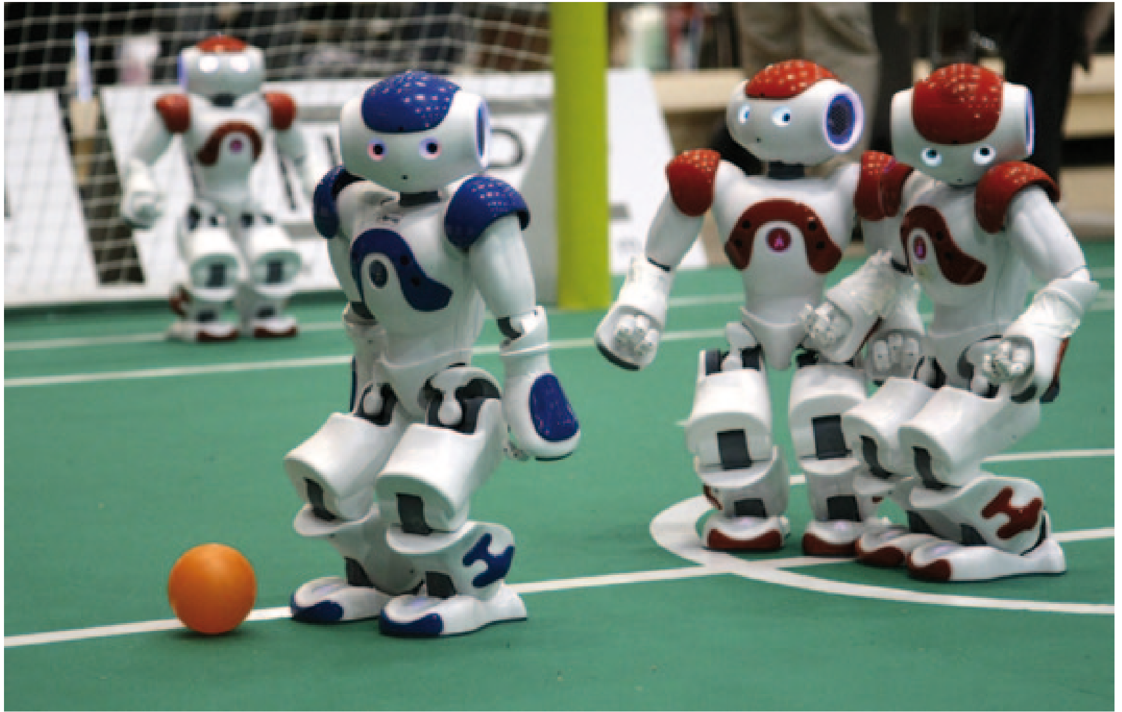
İnsansız deniz aracının çok çeşitli alanlarda kullanılabilir. Bunlar arasında denizde kıyı koruması, kaçakçılık, gümrük, can kurtarma, su üstü eğitim atışı için hedef platformu oluşturulması, sabotaja karşı koyma, deniz trafik kontrolü, deniz tehlikelerine karşı önlem alma, uyuşturucuyla mücadele, savaşta silah olarak kullanımı, istihbarat, keşif ve gözetleme alanları sayılabilir. Bunların yanında çevre kirliliğiyle ilgili kontrol ve analiz amaçlı olarak da kullanılabilir.

H. Levent Akın

Prof. Dr., Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı, RoboCup 2011 Organizasyon Komitesi Başkanı

RoboCup 2011 İstanbul'da

RoboCup 2011, 5-11 Temmuz 2011 tarihleri arasında İstanbul'da yapılacak. Türkiye'nin tanıtımına ve Türkiye'de zeki robotların geliştirilme çalışmalarına ve robotbilim alanına büyük katkı sağlaması öngörülen RoboCup 2011 organizasyonu için devir teslim töreni 24 Haziran 2010 günü Singapur'da yapıldı. Törende RoboCup bayrağı, Uluslararası RoboCup Federasyonu Başkanı Prof. Dr. Manuela Veloso ve RoboCup 2010 Yerel Organizasyon Komitesi Başkanı Prof. Dr. Tan Hang Cheong tarafından Türkiye'nin Singapur Büyükelçisi Şafak Göktürk ve RoboCup 2011 Yerel Organizasyon Komitesi Başkanı'na teslim edildi.



RoboCup, 40'tan fazla ülkeden 3000 yarışmacının katıldığı yapay zekâ, robotbilim ve ilgili alanlarda bilimsel gelişmeler sağlamayı amaçlayan uluslararası bir projedir. Olimpiyat boyutundaki bu yarışmalarda, çeşitli kategorilerde her yıl biraz daha zorlaştırılan, iyi tanımlanmış standart problemler sunulup bu problemlerin katılan takımlar tarafından yapay zekâdan mekatroniğe çeşitli yaklaşımların bir araya getirilmesi ile çözülmesi sağlanıyor. Başlangıçta ana problem olarak futbolu seçen RoboCup'ta sonraki yıllarda futbolun yanı sıra arama-kurtarma, gündelik hayatta robotların kullanımı konularında da ligler oluşturuldu. İlki 1997 yılında yapılan yarışmalar her yıl dünyanın başka bir ülkesinde, genellikle olimpiyat ya da dünya futbol şampiyonası gibi etkinliklerle birlikte düzenleniyor.

RoboCup projesinin ana amacı 2050 yılında tamamen özerk insansı robotlardan oluşan bir takımın o yılki dünya futbol şampiyonu takımı yenmesidir. Bu amaca yönelik olarak robot donanımı tasarımı, özerk etmenlerin tasarım ilkeleri, çok etmenli işbirliği, strateji edinme, gerçek zamanda akıl yürütme ve algılayıcı birleştirme gibi çok çeşitli teknolojilerin bir araya getirilmesi gerekiyor. RoboCup yarışmaları dinamik bir ortamda görev yapan bir robot takımı göz önüne alınarak tasarlanmıştır. RoboCup'ta ayrıca RoboCup'ın yazılım yönleriyle ilgili araştırmalar yapılabilmesi için benzetim yazılımı ligleri de vardır. Araştırmacılar RoboCup ligleriyle ilgili önemli bilimsel ve teknolojik gelişmeleri, paralel olarak yapılan çok seçici RoboCup Sempozyumu'nda da sunabiliyorlar.

Büyükler Ligleri

Bu liglerde üniversite lisans ve lisansüstü öğrencileri ile onların danışman öğretim üyelerinden oluşan takımlar yarışıyor.

RoboCup Futbol

RoboCup yarışmalarının en popüler etkinliği futbol maçlarıdır. Bu maçlar araştırmacılara teknik bilgi alışverişinde bulunma, seyircilere de heyecanlı ve zevkli bir gösteri izleme olanağı sağlıyor. Futbol yarışmaları şu kategorilerde yapılıyor:

Küçük Boy Robot Futbol Ligi

Bu ligde her takımda beş robot vardır. Takımlar 180 mm çapında bir daire içerisine sığacak ve yerden yüksekliği en çok 15 cm olacak şekilde tasarladıkları robotlarını kullanırlar. Robotlar maçları 6,5 m x 4,5 m boyutlarındaki bir sahada turuncu golf topuyla yaparlar. Sahadaki tüm nesneler sahanın 4 m üstünde bulunan bir kamera çubuğuna eklenen iki kamera ile izlenir. Görüntü işleme için kullanılan yazılım altyapısı lig katılımcılarının katkılarıyla geliştirilmiş ve bakımı devam eden açık kaynaklı bir projedir. Sahanın dışında yer alan bilgisayarlar robotlara hem koordinasyon ve denetim bilgilerini hesaplayıp göndermek hem de hakem komutlarını iletmek için kullanılır. İletişim kablosuz olarak ve FM alıcı/vericileri ile yapılır.

Orta Boy Robot Futbol Ligi

Bu ligde robotlar maçları 12 m x 18 m boyutlarındaki sahalarda yaparlar. Her takımda biri kaleci olmak üzere beş robot vardır. Her takım izdüşümleri 30 cm x 30 cm'den küçük ve 52 cm x 52 cm'den büyük olmayacak şekilde tasarladıkları robotlar ile yarışmalara katılır. Top olarak gerçek boyda bir futbol topu kullanılır. Özerk olan robotlar sadece kendi üzerlerindeki algılayıcıları kullanabilirler; gerektiğinde kendi aralarında kablosuz ağ kullanarak haberleşebilirler.

Standart Platform Robot Futbol Ligi

Bu ligde insansı Nao Robotları standart platform olarak kullanılır. Amaç bu standart robotlarda hiçbir donanımsal değişiklik yapmadan en başarılı şekilde futbol oynamalarını sağlayacak yapay zekâ tabanlı yazılımı geliştirmektir. Her takımda dört robot bulunur. Maçlar 6 m x 4 m boyutlarındaki sahalarda yapılır. Top olarak turuncu renkli hokey topu kullanılır. Özerk olan robotlar kendi aralarında çoklu etmen davranışları için kablosuz iletişim ağı kullanabilirler.



Karışık gerçeklik yarışmasından bir görüntü



Standart platform futbol liginden bir maç görüntüsü



Ergen boy insansı robot futbol liginden bir maç görüntüsü

İnsansı Robot Ligi

Bu ligde hem donanımı hem de yazılımı takımlar tarafından tasarlanmış insansı robotlar kullanılır. Yarışmalar robot boylarına göre Çocuk Boyu (30-60 cm), Ergen Boyu (100-120 cm) ve Yetişkin Boyu (130 cm ve daha uzun) olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Çocuk boyu takımlarında üç, ergen boyu takımlarında iki robot vardır. Yetişkin boyu maçlarında ise takımlar dönüşümlü olarak bir hücum oyuncusu rakip kaleciye karşı olacak şekilde oynarlar.

Benzetim Futbol Ligi

Bu ligde bilgisayar ortamında sanal özerk etmenler maç yapar. İki boyutlu ve üç boyutlu olmak üzere iki alt kategori vardır.

RoboCup Arama Kurtarma

Afet sonrası arama kurtarma çok zor bir ortamda çok sayıda farklı özelliklere sahip etmenlerin birlikte çalışmasını gerektiren, gerçek dünyada kullanımı olan bir uygulama alanıdır. RoboCup Arama Kurtarma'nın ana amacı çoklu etmenlerin koordinasyonu, fiziksel etmen tasarımı, bilgi altyapılarının geliştirilmesi ve mobil haberleşme araçlarıyla robotların entegrasyonu için gerekli araştırmaları desteklemektir. Bu kategoride hem fiziksel robot ligi hem de benzetim ligi vardır.

Fiziksel Robot Arama-Kurtarma Ligi

Bu yarışmada takımlar tarafından donanımı ve yazılımı tasarlanan robotlar, hazırlanmış bir deprem sonrası ortamda depremzedeleri kurtarmaya çalışırlar. Robotlar yaklaşık 10 m x 6 m taban alanı olan, kimi yerleri çok katlı, çeşitli engellerle dolu arena adı verilen alanlarda 20 dakikalık arama kurtarma çalışması yaparlar. Arenanın bazı bölgelerinde özerk, bazı bölgelerinde ise tele-operasyonla çalışmaları beklenir. Puanlar bulunan depremzede sayısına ve arenanın çıkarılan alan haritasının ayrıntı düzeyine göre verilir.

Benzetim Arama Kurtarma Ligi

Bu ligde özerk itfaiye, cankurtaran ve polis robotlarından oluşan robot takımlarının bir benzetim ortamında büyük bir depremden sonra çıkan yangınları söndürmesi ve enkaz altında kalmış depremzedeleri kurtarması amaçlanır. Bu yarışmanın zorluğu çok sayıda heterojen sanal robottan oluşan robot takımları arasında eşgüdüm sağlanarak gerçek zamanda karmaşık ve dinamik bir ortamda karar verilmek zorunda olunmasıdır.

RoboCup@Home

RoboCup@Home yarışmaları gündelik hayatta insan robot etkileşimini araştırmak ve yeni uygulamalar geliştirmek için tasarlanmıştır. Yarışma alanı mutfak ve oturma odasından oluşan bir ev ortamıdır. Yarışmacılar robotlarının bu ortamdaki becerilerini sergilerler.

RoboCup Genç

RoboCup Genç ilköğretim ve lise öğrencileri için yerel, bölgesel ve uluslararası robot yarışmalarını destekleyen ve RoboCup'ı öğrencilere tanıtmayı hedefleyen eğitim amaçlı bir girişimdir. Turnuva öğrencilerine uluslararası değişim programlarına katılarak yaşıtlarıyla tanışma ve birlikte çalışma olanağı tanınıyor. RoboCup Genç liginde üç kategori vardır: futbol, dans ve arama kurtarma. Her kategoride ilköğretim ve lise öğrencileri için ayrı yarışmalar yapılıyor.

Gösteri Kategorileri

Standart liglerin dışında bir lige dönüşmesi beklenen bazı gösteri kategorileri de vardır. Bunlar karışık gerçeklik ve festo lojistik yarışmalarıdır. Karışık gerçeklik yarışmasında mikro robotlar bir benzetim ortamıyla etkileşerek yarışırlar. Festo lojistik yarışmasının amacı verilen süre içinde en çok parçanın üretilmesidir.

Yarışmalara Nasıl Katılınır?

Her ligin teknik komitesi tarafından belirlenen bir yeterlilik süreci vardır. Genellikle büyükler kategorisindeki takımlar, robotlarının donanımını ve yazılımlarında kullandıkları yapay zekâ yaklaşımlarını anlattıkları, en çok 12 sayfalık bir teknik takım tanıtım raporu ile fiziksel robot liglerinde robotları çalışırken gösteren bir videoyu değerlendirilmek üzere gönderirler. Teknik komite hem videoyu hem de teknik raporu değerlendirerek bir sıralama yapar ve o yıl o ligde kaç tane takım yarı-



RoboCup@Home yarışmalarından bir görüntü (Sağda)

şacaksa o kadar takımı belirleyip ilan eder. Video takımın katıldığı kategorinin problemini çözmede ne kadar başarılı olduğunu gösterirken teknik rapor söz konusu takımın yapay zekâ ve robotbilime akademik katkısını belgeler. Bazı liglerde bir önceki RoboCup'da ilk sekize kalan takımlar bir sonraki yıl otomatik olarak yarışmaya hak kazanırlar.

Genç kategorisinde her ülkeye bir kota ayrılır. O kotadan yarışmaya katılacak takımlar ise ulusal RoboCup komitelerinin düzenlediği yerel ya da bölgesel turnuvalarda belirlenir.

RoboCup Yarışmaları

Yarışmalar başlamadan önce büyükler kategorisindeki takımların iki gün, küçükler kategorisindeki takımların ise bir gün kurulum zamanları vardır. Bu süre zarfında takımlar mevcut ışık ve saha koşullarına göre yazılımlarında ayarlamalar yapar, varsa eksiklerini tamamlarlar. Yarışmalarda futbol liglerinde ilk iki turda takımlar gruplara ayrılır ve lig usülü maçlar yapılır. İkinci turdan sonra çeyrek finalden başlayarak her maç elemeli olarak devam eder. Diğer liglerde de benzer elemeli turlar ve final yarışmaları yapılarak dereceye giren takımlar belirlenir.

Türkiye'nin RoboCup takımları

Boğaziçi Üniversitesi'nin standart platform ligi takımı Cerberus RoboCup'a 2001 yılından beri, yine Boğaziçi Üniversitesi'nden RoboAkut takımı arama kurtarma benzetimi liginde 2002 yılından beri yarışıyor. Boğaziçi Üniversitesi'nden BRocks takımı küçük boy liginde, Dokuz Eylül



Arama kurtarma robot yarışmalarından bir görüntü

Üniversitesi'nden RoboPub takımı 3B benzetim futbol liginde 2009 yılından beri yarışmalara katılıyorlar. RoboCup 2010'da ise İTÜ'nün beeStanbul takımı 3B robot liginde yarışma hakkını kazanmış ve toplam Türk takımı sayısı beşe çıkmıştır.

2005'te Cerberus teknik yarışmada birinci olarak ve 2010'da arama-kurtarma benzetimi liginde RoboAkut etmen kategorisinde birinci olarak RoboCup'ta en iyi sonuçlarımızı almışlardır. Bunun yanında son yıllarda Boğaziçi Üniversitesi takımları, yarışmalara paralel olarak yapılan RoboCup Sempozyumu'nda en çok bildirisi olan ilk beş takım arasında yer almıştır.

Türkiye'nin bu önemli yarışmaya her kategoride daha çok takımla yoğun bir şekilde katılmasını ve robotbilim araştırmalarında önemli gelişmeler kaydetmesini bekliyoruz.

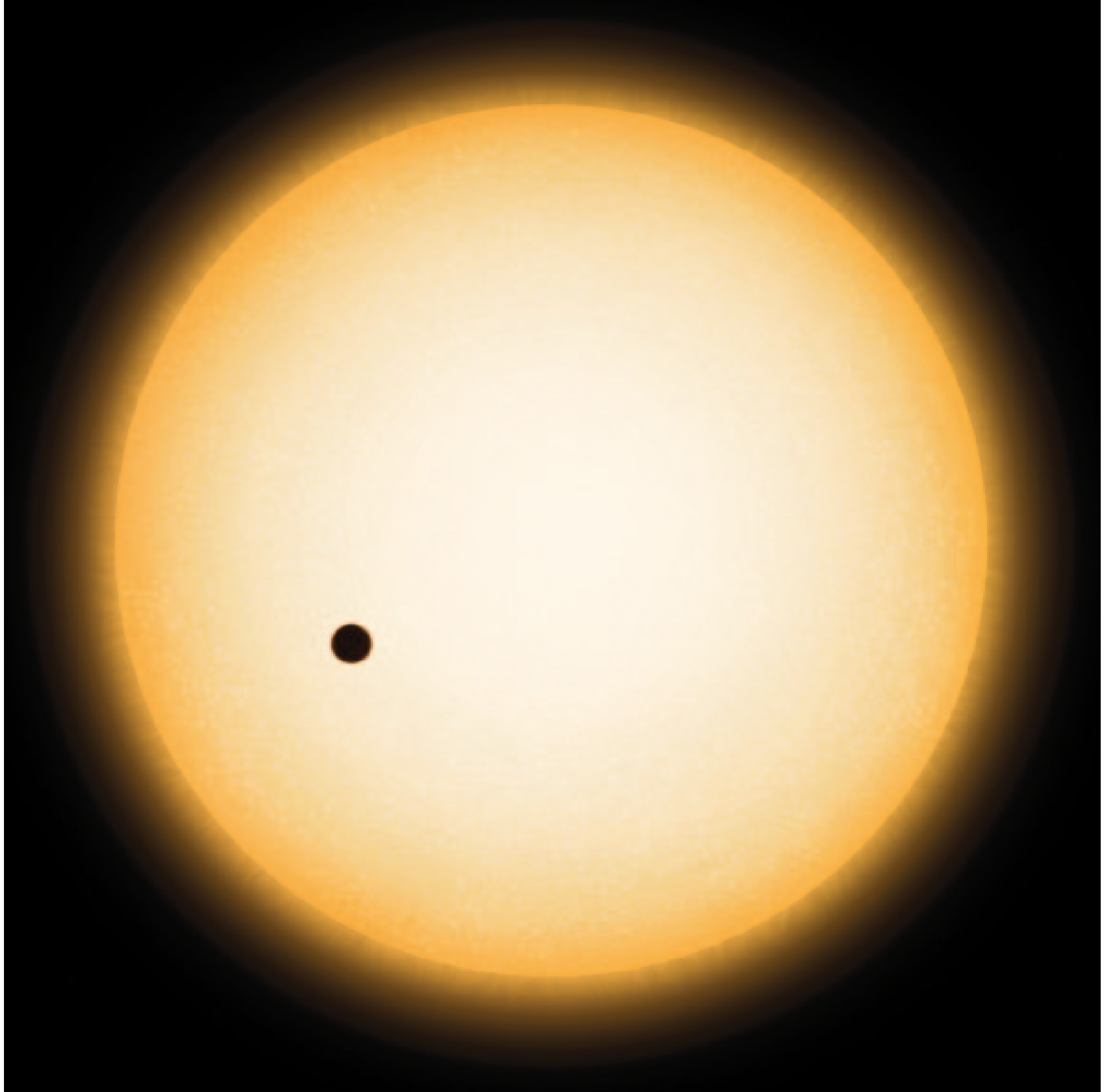
http://www.robocup2011.org/tr/default.asp

Not: Yazarın Ocak 2008'de dergimizde yer alan "Yapay Zekâ ve Robotlar" başlıklı yazısında yapay zekâ konusunda ayrıntılı bilgi bulabilirsiniz.



500. Gezegen

Yeni dünyalar arayışında her gün bir adım daha ilerliyoruz. Keşfedilen ötegezegen (Güneş Sistemi dışı gezegen) sayısı 500'e ulaştı. 500. gezegenin önemli bir özelliği yok, ama bunun ilk ötegezegenin keşfedildiği 1995 yılından bu yana 15 yıllık serüvenimizde bir mihenk taşı olduğunu söyleyebiliriz. Uzaya Dünya benzeri ötegezegenleri keşfetmek için gönderilen Kepler Teleskobu'ndan gelen ilk verileri değerlendiren gökbilimciler önümüzdeki birkaç yıl içinde, keşfedilecek ötegezegen sayısında patlama bekliyorlar.



>>>

NASA'nın geçtiğimiz yıl fırlattığı ötegezegen avcısı Kepler Teleskobu, şimdiden 700'den fazla ötegezegen adayı belirlemiş durumda. Adayların birer gezegen olduklarının kesinleşmesi için gözlemlerin tekrarlanması ya da başka yöntemlerle doğrulanması gerekiyor. İlk aşamada bunların altısının ötegezegen olduğu kesinleşti. Bu yeni gezegenlerin kütleleri Jüpiter'inkinin % 15-50'si kadar. Bize uzaklıklarıysa 58 ila 196 ışık yılı arasında.

Kepler'le yapılan ilk keşifler artık küçük kütleli gezegenlerin de saptanabileceğini gösteriyor. Oysa bugüne kadar keşfedilmiş olan 500 gezegenin 426'sı Jüpiter gibi gaz deviydi. Bu gaz devlerinin 113'ü ise "sıcak Jüpiterler" olarak adlandırılan ve yıldızlarına çok yakın yörüngelere sahip gezegenler. Geriye kalan ve "Jüpiter benzeri" olmayan 74 gezegense görece küçük, yaklaşık Neptün kütlesinde. Keşfedilenler arasında büyük kütleli dev gezegenlerin sayısının bu kadar yüksek olmasının nedeni, kullanılan yöntemlerin ve teknolojimizin daha küçük gezegenleri "görmemize" olanak tanımamasından kaynaklanıyordu.

Henüz tam anlamıyla Dünya benzeri bir gezegen keşfedilmiş değil. Ama gökbilimcilere göre buna çok az kaldı. Çünkü Kepler sayesinde artık Dünya benzeri küçük gezegenleri görebilecek duyarlılıkta gözlem yapabilecek yetenekteyiz. Yine Kepler'in gözlemleri sayesinde iki üç yıl içerisinde kendi dünyamıza benzeyen gezegenleri keşfedebileceğimize neredeyse kesin gözüyle bakılıyor. Önümüzdeki yıllarda fırlatılması düşünülen Terrestrial Planet Finder (Yer-benzeri Gezegen Bulucu) gibi uzay teleskopları sayesinde ufkumuz daha da genişleyecek.

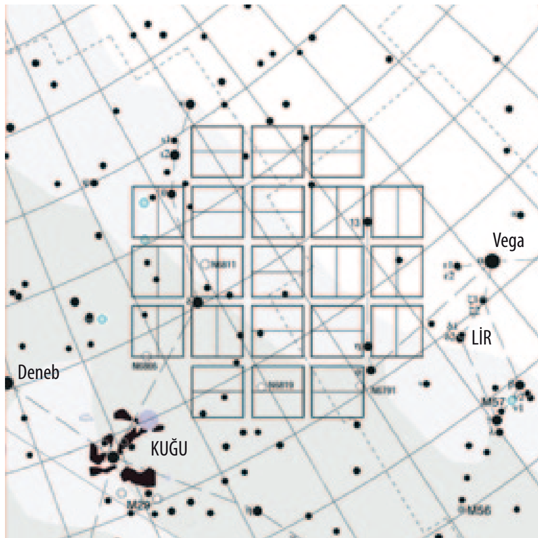


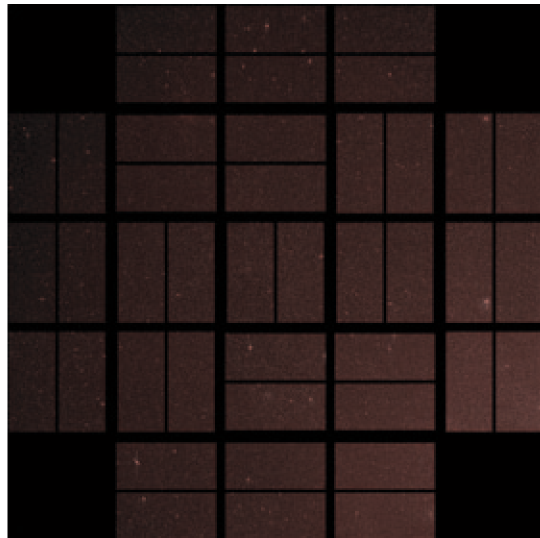
NASA'nın ötegezegenlerle ilgili internet sitesinde (http://planetquest.jpl.nasa.gov/) keşfedilen gezegen sayısı 500 olarak görünüyor. Yine burada çevresinde gezegen bulunan yıldız sayısı 421; Dünya benzeri gezegen sayısıysa 0 olarak açıklanıyor.

Kepler'le yapılan gözlemlerin en azından 2012'nin sonlarına kadar sürmesi bekleniyor. Kepler, yıldızların "yaşam bölge"sindeki (suyun sıvı halde bulunabildiği, bildiğimiz anlamdaki yaşamın gelişmesine ve sürmesine olanak tanıyabilecek bölge) Dünya benzeri gezegenleri keşfedebilecek yeteneğe de sahip. Güneş'in yaşam bölgesinin, Venüs ile Mars arasındaki bölge olduğu varsayılıyor. Bizim gezegenimiz de bunun ortasında bulunuyor. Elbette yıldızın parlaklığına göre bu bölgenin sınırları değişebiliyor. Bu nedenle yıldızların yaşam bölgelerinde gezegen aranırken merkezdeki yıldızların özellikleri de göz önünde tutuluyor.

Yaşam bölgesi gökadalar için de geçerli bir kavram. Yaşama ev sahipliği yapabilecek bir gezegen, içinde yer aldığı gökadanın merkezine çok yakın olmamalı. Çünkü gökada merkezleri yüksek enerjili ışınım kaynağıdır ve bu da canlılar için büyük bir tehlike oluştu-



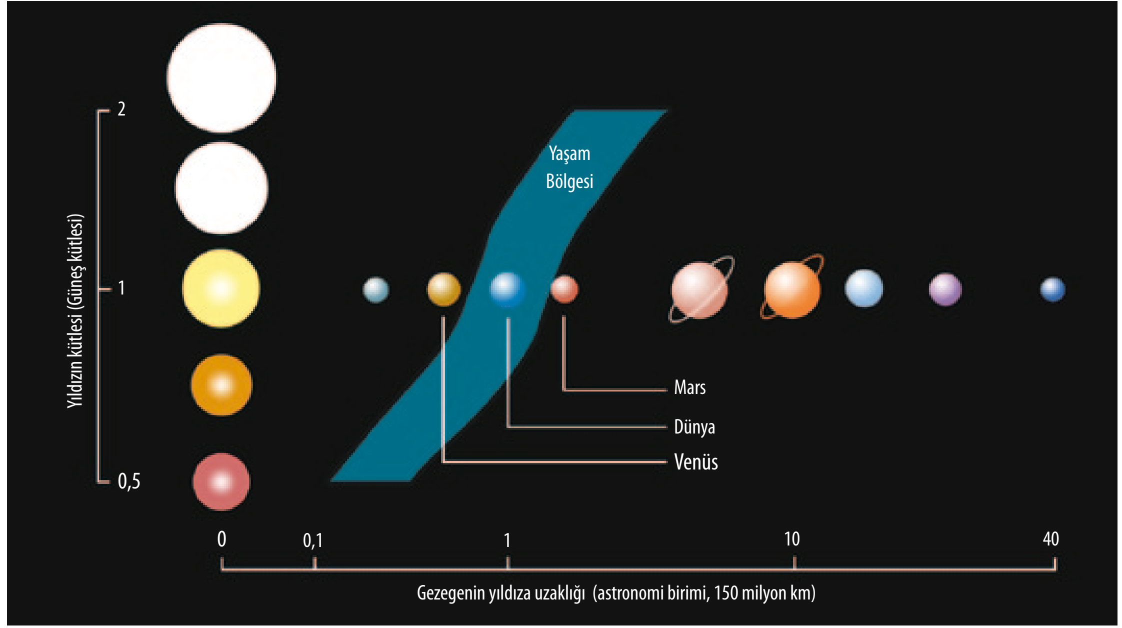




NASA Ames Research Center

Kepler Teleskobu (yukarıda), gökyüzünün belirli bir bölgesini izliyor. Kepler Projesi kapsamında, Kuğu ve Lir takımyıldızları arasındaki bu bölgedeki yıldızların parlaklıklarındaki çok küçük değişimler incelenerek olası gezegen geçişleri yakalanmaya çalışılıyor. Solda, Kepler'den alınan ilk fotoğraf görülüyor. Bu fotoğrafın çekilmesindeki amaç teleskobun algılayıcılarının fırlatıldıktan sonra sağlıklı çalışıp çalışmadığını belirlemekti.

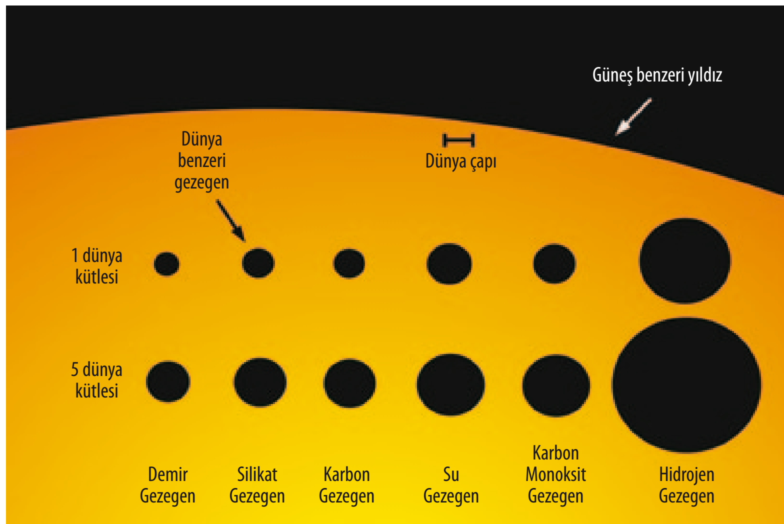
Yıldızların çevresinde suyun sıvı halde bulunabildiği, bildiğimiz anlamdaki yaşamın gelişmesine ve sürmesine olanak tanıyabilecek bölgelere "yaşam bölgesi" deniyor. Sağda, farklı kütlelerdeki yıldızların yaşam bölgeleri gösteriliyor.



rur. Gökada merkezinden fazla uzaklaşıldığındaysa, yıldızların ve dolayısıyla da gezegenlerin ağır element bakımından zenginliği azalır. Bu elementler, canlıların oluşabilmesi için önemlidir. Gökada yaşam bölgesi, işte bu ikisinin arasında bulunur. Samanyolu'ndaki yıldızların yaklaşık %10'unun Dünya'dakine benzer canlıların yaşamasına izin verecek yapıda ve konumda olduğu tahmin ediliyor. Zaten şimdilik elimizdeki olanaklar gökadamızın yaşam bölgesinin dışında kalan gezegenleri gözleyebilmemizi engelliyor.

Ötegezegen avcılığı çeşitli yöntemlerle yapılıyor. Ama bunlardan en etkili olanı gezegenlerin yıldızlarının önünden geçişlerini izlemek. Gezegen yıldızının önünden geçerken yıldızın parlaklığında çok küçük bir düşüş oluyor. Çünkü gezegen ışığın bir bölümünü engelliyor. Ne var ki parlaklıktaki bu düşüş çok küçük. Öyle ki yerdeki teleskoplarla bunu ayırt etmek pek mümkün değil. O nedenle bugüne kadar yapılan keşiflerin pek azı bu yöntemle gerçekleşti. Kepler'se bu yöntemle çalışıyor ve gökyüzünün geniş sayılabilecek bir bölgesinde bulunan binlerce yıldızın parlaklığındaki küçük değişimleri aynı anda izleyebiliyor.

Gökbilimciler Güneş Sistemi dışı gezegenlerin çok farklı özellikler taşıyabileceklerini düşünüyor. Keşfedilecek gezegenler dünya kütlesinde olsalar bile bileşimlerine bağlı olarak büyüklükleri çok farklı olabilir. Aşağıda, farklı bileşimlere sahip 1 ve 5 dünya kütleli gezegenler karşılaştırılıyor.



Yaşamı destekleyen bir gezegene elimizdeki tek örnek şimdilik Dünya. Eğer yaşamı destekleyebilecek başka gezegenler bulmak istiyorsak, Güneş de ortalama büyüklükte bir yıldız olduğunda göre, ortalama büyüklükteki yıldızların çevresinde yıldızına yaklaşık Güneş-Dünya uzaklığı kadar uzaklıktaki gezegenleri aramak en mantıklısı. Ama bu konuda sabırlı olmalıyız. Öncelikle bir gezegeni yıldızının önünden geçerken görebilmemiz için gezegenin yörünge düzlemi bakış doğrultumuzda olmalı ki gezegen yıldızıyla aramızdan geçsin. Eğer tüm yıldızlar ve gezegenler Dünya-Güneş ikilisinin özelliklerine sahip olsaydı, bu sistemlerin gezegenlerinin sadece 215'te biri yıldızının önünden geçerdi. Yani keşfettiğimiz her Dünya benzeri gezegene karşılık 214 Dünya benzeri gezegen daha olduğunu söyleyebiliriz.

Yıldızın ışık miktarındaki düşüşün bir gezegenden kaynaklandığından emin olmak için yıldızının önünden en azından üç kez geçtiğini görmek gerekir. Böylece parlaklıktaki değişimin yıldızın üzerindeki bir lekeden ya da bir başka nedenden kaynaklanıp kaynaklanmadığı saptanabilir. Bu da Dünya benzeri bir gezegen için üç yıla yayılabilecek bir gözlem zamanı gerektirir. Kepler'in görevine geçen yıl başladığını düşünürsek, Güneş benzeri yıldızların çevresindeki Dünya benzeri gezegenlerin keşfi için yaklaşık iki yıl daha beklememiz gerekiyor. Ayrıca, gezegen yıldızına daha uzaksa (ki Güneş'ten parlak yıldızların yaşam bölge-

<<<

leri de yıldızlarına daha uzaktır) bu durumda gözlem yapılması gereken süre üç yıldan da uzun olacaktır.

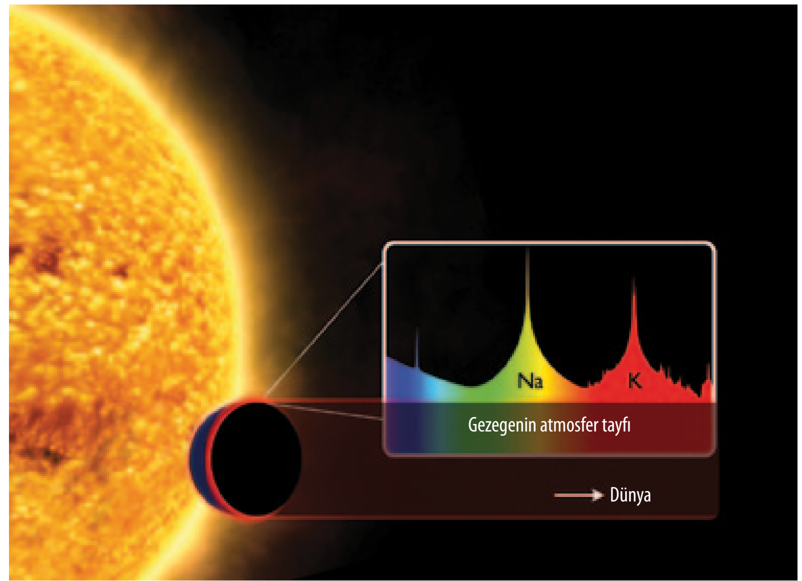
Kepler'den önce gökbilimcileri en çok zorlayan, geçişler sırasında yıldızların parlaklık değişimini ölçmekti. Dünya'nın çapının Güneş'inkinin kabaca 100'de biri olduğunu düşünerek basit bir hesap yaptığımızda Dünya'nın geçiş sırasında Güneş'in yalnızca 10.000'de birini örttüğünü buluruz. Uzaktaki bir gözlemcinin bu geçişi gözlemleyebilmesi için Güneş'in ışığındaki 10.000'de birlik değişimi ölçebiliyor olması gerekir. Kepler, ışıktaki değişimi 100.000'de bir duyarlılıkla yani Dünya benzeri gezegenlerin keşfi için fazlasıyla yeterli bir hassasiyetle ölçebiliyor.

Kepler görevinin başlıca amacı Dünya benzeri gezegenleri yıldızlarının önünden geçerken yakalamak olsa da, Kepler bunun yanında keşfedilen gezegenlerle ilgili önemli birtakım verileri de sağlayacak. Keşfedilen gezegenlerin hangilerinin yaşam bölgesinde bulunduğu, yörüngelerinin genişliği ve şekli, çoklu gezegen sistemlerinin kaç gezegenden oluştuğu, özellikle Jüpiter benzeri büyük gezegenlerin parlaklık, büyüklük, kütle ve yoğunlukları ve bu gezegenlerin çevresinde dolandığı yıldızların özellikleri bunlar arasında.

Kepler'in elde ettiği verilerin ilk kısmı Haziran 2010'da duyuruldu. 156.000 hedef yıldızdan şimdilik 706'sı ötegezegene sahip yıldız adayları olarak belirlendi. Yapılan açıklamaya göre ötegezegen adaylarının büyüklüğü, Dünya ile Neptün büyüklüğü arasında değişiyor. Yine Haziran 2010'da bu adayların yaklaşık yarısıyla ilgili veriler de açıklandı. Diğer adaylarla ilgili verilerin de Şubat 2011'de açıklanacağı belirtiliyor. Kepler'in adaylarının yanı sıra başka projeler kapsamında keşfedilen ve keşfi onay bekleyen 100 kadar daha ötegezegen adayı var.

Geçiş yöntemiyle belirlenen adayları sınamak için en çok kullanılan yöntemlerden biri gezegenin yıldızının yaptığı çok küçük salınımları gözlemeye dayanıyor. Yıldızla gezegen uzayda ortak bir kütle merkezinin çevresinde dolandığı için yıldızın ileri geri, sağa sola hareket ettiğini görürüz. Yani, aslında bir bakıma gezegen yıldızın çevresinde dolanırken yıldız da gezegenin çevresinde dolanır. Yalnız, aralarındaki kütle farkı nedeniyle yıldız çok daha az hareket eder. Bu yöntem yıldızına çok yakın yörüngelerde dolanan dev gezegenler için bugüne kadar başarıyla kullanıldı. Çünkü çevresinde büyük kütleli gezegenler dolanan yıldızların salınımı daha belirgindir. Ama bundan sonra iş daha zor. Artık bizim için önemli olan yıldızına uzak yörüngelerde dolanan küçük kütleli gezegenler olduğundan salınımları gözleyebilmek için daha uzun süreli gözlemler yapılması gerekecek.

Çalışmalar giderek Dünya benzeri küçük gezegenleri bulmaya odaklanırken, büyük kütleli gezegenleri de yabana atmamak gerekiyor. Çünkü bu gezegenlerden 10 dünya kütlesi dolayındakilerin yaşanabilir bölgenin dışında bulunanları bile yaşamı destekleyebilecek koşulları taşıyor olabilir. Günümüzde Jüpiter'in uydularından Europa'da olduğu gibi buzdan kabukları bile olsa, bu kabuğun altında çok büyük su kütleleri barındırıyor olabilirler. Ne var ki henüz yanı başımızdaki Europa'daki koşulların bile yaşamı destekleyip desteklemediğini bilemiyoruz. O nedenle, başka bir sistemdeki böyle bir gezegenle ilgili düşünceler uzunca bir süre varsayımdan öteye gitmeyecektir.



Bir ötegezegen yıldızının önünden geçerken gezegenin atmosferini oluşturan gazlar yıldızın ışığını belli dalgaboylarında soğurur. Böylece gökbilimciler gezegenin atmosfer bileşimini bulabilirler.

Ötegezegen araştırmacısı Sara Seager'a göre Kepler'le birlikte ve diğer projeler kapsamında gerçekleştirilecek gözlemler sonucunda önümüzdeki birkaç yıl içinde bulunan ötegezegen sayısında büyük bir patlama gerçekleşecek. Öyle ki bu gezegenleri tek tek değerlendirmek ve sınamak yerine sınıflara ayırıp öyle değerlendirmek gerekecek.

Kepler'in verilerine bakılarak Dünya benzeri bir gezegenin keşfedildiği söylenemese de, ilk verileri değerlendiren gökbilimciler gökadamız Samanyolu'nda 100 milyon kadar yaşama uygun gezegen bulunabileceğini hesaplıyorlar. Bu gelişmeler ışığında, "Evrende yalnız mıyız?" sorusu da giderek anlamını yitiriyor gibi görünüyor...

Kaynaklar
Ak, T., Eker, Z., "Güneş Sistemi Dışı Gezegen Nasıl Bulunur", Bilim ve Teknik, Şubat 2009
Akoğlu, A., "Yeni Dünyalar Arayışında", *Bilim ve Teknik*, Şubat 2009
http://kepler.nasa.gov/
http://planetquest.jpl.nasa.gov/

Değerli Okuyucularımız,
Bilim ve teknoloji konularında merak ettiğiniz, kafanızı karıştıran, düşündürücü sorularınızı **merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr** adresine yollayabilirsiniz.
Tüm okuyucularla paylaşabileceğimiz sorularınızı değerlendirecek ve yerimiz elverdiğince yanıtlamaya çalışacağız.
İlginç bilimsel sorularda buluşmak üzere...

Cep telefon kulaklıkları vücuda etkiyi azaltıyor mu?

Özellikle konuşurken cep telefonundan yayılan radyasyon herkesçe malum. Ben çok fazla telefon ile konuşan birisiyim radyasyondan bir şekilde korunmak istiyorum. Genelde yaygın olan bluetoothlu kulaklıklarla radyasyonun zararından kurtulunacağı varsayılıyor, bu doğru mudur? Hem teknik hem de sağlık açısından kulaklıkların kablolu mu yoksa kablosuzu mu daha iyidir?

Ali Uyanık

Kablosuz kulaklıklar - Bluetooth Kulaklıkları : Bluetooth kablosuz erişim sistemi üç sınıfa ayrılıyor. Bunlardan 100 metre uzaklığa kadar yayın yapabilenin elektriksel gücü 100, diğerlerininki 2,5 ve 1 miliwatt (mW). Sonuncusu 10 m uzaklığa kadar ulaşabiliyor. Bluetooth sisteminin frekansı ise 2,5 Giga Hertz dolayında (elektromanyetik (EM) dalga, saniyede 2,5 milyar kez titreşiyor). Bu frekansta dalgaların vücuda girebilme derinliği ise 1,5 cm kadar.

Bluetooth kulaklığının, yakınında bulunan cep telefonuyla iletişime geçebilmesi için 1 mW güç yetiyor. Bu 1 mW'lık düşük güç, cep telefonunun en çok 1 Watt'a ulaşabilen gücünün binde biri. Bluetooth kulaklığındaki EM vericinin, kulak yerine giysiye tutturulan modelleri de bulunuyor. Bunlardan biri kullanıldığında kulağa kısa bir kablo bağlantısı yapılıyor. Ancak bu durumda EM vericinin ve kablonun bulunduğu vücut bölgesi (örneğin gırtlak ve kalp) etkilenebiliyor.

Kablolu kulaklıklar : Cep telefonundan uzanan bir kabloyla kulağa tutturulan kulaklıklar, kablodan geçen akımın oluşturduğu EM dalgalarla vücuda etkili olabiliyorlar. 1 m kadar uzunluğundaki kablo boyunca yakındaki çeşitli noktalarda yapılan ölçümlerde, buralardaki elektriksel alan şiddetinin cep telefonu anteninden kaynaklanan alan şiddetinin % 25'i düzeyinde olduğu saptanmış.

Kablolu hava borulu kulaklıklar : Bu çeşit kulaklıklar, bir uçtan kulağa ince plastik bir hava borusuyla ulaşırken, diğer uçtan kabloyla cep telefonuna bağlanıyor. Böylelikle cep telefonundan, kulağa EM dalga değil, borudan geçen ses dalgası geldiğinden doğrudan kulak bölgesinde herhangi bir etki beklenmiyor. Ancak bu çeşit kulaklıkta da vericinin ve alt bölümdeki kablonun bulunduğu vücudun başka bir bölgesi etkilenebiliyor.

Cep telefonlarının doğrudan kulağa tutulması durumu ile kablosuz Bluetooth ya da kablolu kulaklıklarla kullanılması durumları ayrı ayrı, insan başı modelleri (fantom) üzerinde yapılan bilimsel çalışmalarla ve ayrıntılı ölçümlerle değerlendirilip karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmalardan(*) elde edilen bulgulara göre öneriler:

1. Kulaklığın cinsine, telefonun vücutta taşındığı yere ya da vücuttan uzakta bulunma durumuna ve telefonun elektriksel gücüne göre vücuda toplam etki değişiklik gösteriyor. Cep telefonu vücuttan uzaktaysa, vücuda etki önemli oranda (5-10 kat) azalıyor.

2. Kablolu kulaklıkların kulak bölgesinde oluşturabileceği EM Özgül Soğurma Hızı SAR (Specific Absorbtion Rate) kilogram başına 2 Watt olan sınır değerin beşte birinden daha da az.

3. Kulaklık kablosu, çevresindeki başka EM alanların (elektrosmog) oluşturduğu elektriksel akımları da kulağa iletebiliyor. Kablonun kulağa oldukça yakın ucuna, ferrit zırh bileziği geçirilirse vücuda etki azalıyor ve parazitler önleniyor (demiroksitli seramikli bir bileşik olan ferrit maddesi EM dalgaları soğurarak kulağa iletilmesini engelliyor).

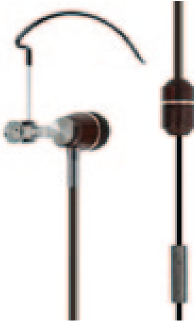
4. Kablosuz Bluetooth kulaklıklarının 1 mW güçte olan modeli, 10 metre uzaklığa kadar yayın yapabildiğinden, konuşanın cep telefonuyla iletişimi için yeterlidir ve yaydığı EM radyasyon da hem Bluetooth'un yukarda belirtilen diğer çeşitlerinden ve hem de kablolu kulaklıklardan çok daha az. Telefon uzaktayken, Bluetooth kulaklıklarıyla yapılan EM alan şiddeti ölçümlerine dayanan SAR değerleri 0,001 ile 0,1 W/kg arasındadır. Sınır değerlerin çok altında olan bu değerlere göre, vücuda herhangi olumsuz bir etki, bugüne kadar yapılan bilimsel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, beklenmiyor.

5. Kablolu kulaklıklarda, kablonun cep telefonuna bağlanan bölümü cep telefonuna sarılmamalı (kablonun cep telefonunun içindeki antenin EM alanından oluşacak elektrik akımını kulağa iletmemesi için) ya da dış antenli telefonlarda kablo, antenden olduğunca uzakta tutulmalı. Kablonun ayrıca kulak ve yüze yapıştırılmaması vücuda etkiyi azaltacaktır.

6. Kablolu ya da kablosuz kulaklıklar kullanılırken cep telefonunun elde ya da pantolonun ön cebinde taşınması yerine pantolonun arka cebinde, telefonun ön yüzü vücuda bakacak şekilde taşınmalıdır (telefonun arka yüzü vücuda bakacak olursa, anten telefonun arka yüzüne yakın olduğundan vücudun, EM dalgaları zırhlaması nedeniyle telefonun gücü artarak kullananı daha fazla etkileyecektir). Kapalı yerlerde ise telefonun yakındaki bir masa, koltuk üzerinde vücuttan uzakta bulundurulması vücuda etkiyi azaltacaktır.



7. Kapalı yerlerde cep telefonuyla (kulaklıklı/kulaklıksız) uzun konuşmaların sık sık yapılması gerekiyorsa, telefona dış anten bağlanması yoluyla vücuda etki azaltılabilir. Böylelikle baz istasyonundan gelen sinyal, kalın duvarları geçip zayıflamadan kabloyla doğrudan telefona ulaşacaktır. Böylelikle cep telefonunun baz istasyonundan aldığı sinyal yeterli olacağından telefonun gücünü arttırıp vücudu daha çok etkilemesi önlenecektir.



8. Özellikle baz istasyonuyla iletişimin sorunlu olduğu yerlerde, cep telefonu gücünü otomatik olarak arttıracağından vücuda etki de artar; bu koşullarda uzun konuşmalar yapılmamalı.

9. Kulaklıkları ve cep telefonlarını zırhlayıcı maddeler kullanılmamalı. Kullanılırsa, zırhlama sonucu azalacak sinyali alabilmek için cep telefonu elektriksel gücünü arttırmak zorunda kalacağından vücuda etki de artacaktır.



10. Cep telefonlarının, kulaklıkların ve baz istasyonlarının yaydığı EM radyasyon, radyoaktif maddelerden yayılan iyonlayıcı radyasyonla karıştırılmamalı. Birkaç GHz frekansındaki EM radyasyonun atomları iyonlayacak (bunlardan elektron sökebilecek kadar) enerjileri yoktur ve vücuda etkileri çok farklıdır.

Sonuç olarak herhangi bir kulaklık kullanıldığında, cep telefonu ancak vücuttan olduğunca uzaktaysa (ya da arka cebimizdeyse) etki azalabilir. Bu sağlanmadığında, vücuda olabilecek etki, en kötü durumda, iki kaynaktan gelen EM dalgalarla, çok az da olsa, artabilir.

Her ne kadar kulaklıklar cep telefonundan çok daha düşük güçte EM dalgalar yayıyorlarsa da, bulunulan yere ve duruma göre, gerek kulaklığın ve gerekse cep telefonunun çevredeki başka EM dalgaları da algılaması sonucu vücuda etki artabilir. Örneğin otomobillerde (ve trenlerde) kulaklıklı, hoparlörlü cep telefonları, dış antensiz kullanıldığında karoserin "Faraday Kafesi" zırhlaması sonucu içeriye çok az girebilecek EM dalgaları alabilmek için telefon elektriksel gücünü arttırmak zorunda kalacaktır. Bunun sonucu olarak araçtaki cep telefonunun artan güçteki yayını hem konuşanı ve hem de (doğrudan ve metal yüzeylerden yansımalarla) otomobildekileri daha çok etkileyecektir.

Dr. Yüksel Atakan / Radyasyon Fizikçisi

(*) Sven Kuhn ve diğ., Bestimmung von SAR-Werten bei der Verwendung von Headsets für Mobilfunktelefone' Abschlussbericht StSch4526 Zurich, Temmuz 2008.
Not: Sınır değerler ve EM dalgaların etkileri konusunda daha ayrıntılı bilgiler için yazarın bu sayımızda yayımlanan 'Mobil iletişim nasıl sağlanıyor?' yazısına ve o yazıdaki kaynaklara bakılabilir.



Camları ve sert cisimleri kesmek için elmas uç kullanılıyor; kullanılan bu elmasın pahalı olan süs elmasından farkı var mı? Yapay olarak da pahalı elmas yapmak mümkün oluyor mu? Eğer öyleyse elmasın herhangi bir değeri kalmayacağını düşünüyorum... Yoksa sanayide kullanmak için ayrıca düşük değerde bir elmas mı yapılıyor, elması değerli yapan ne oluyor? Cevaplandırırsanız sevinirim.

Dr. Yusuf Kaya

Elmas bilinen en sert mineral, aynı zamanda ışığı kırma ve yansıtma özelliğine sahip. Elmasın sahip olduğu bu fiziksel ve kimyasal özellik endüstride diğer sert malzemeleri kesme ve delme işlerinde kullanımını artırıyor. Ayrıca, elmas kaplamalı endüstriyel aletler de kesicilerin ve yarı iletkenlerin performansını artırmada kullanılıyor. Bugün dünya elmas madeni kaynaklarının yaklaşık % 75'i endüstriyel amaçlarla kullanılırken, yaklaşık %25'i mücevher yapımında kullanılıyor. Bir elmasın mücevher olarak kullanılabilmesi için renk, kesim, berraklık ve parlaklık gibi özelliklerine bakılıyor. Madenden çıkan elmasın rengi bulanıksa ya da elmas çatlaksa bu elmaslar sanayi kullanımı için ayrılıyor. Eğer elmasta çatlak ve bulanıklık yoksa kesme, parlatma, cilalama gibi işlemlerden geçtikten sonra mücevher olarak kullanılıyor. Yapay elmas üretimi yaklaşık 40 yıldır var. Yapay elmaslar genellikle yüksek basınç ve yüksek sıcaklık yöntemi ve kimyasal buhar biriktirme yöntemi kullanılarak oluşturuluyor. Bu yöntemlerle üretilen yapay elmasların rengi daha çok açık kahverengi oluyor ve üretim sürecinde içlerinde metal kalabiliyor. Yapay elmasın üretim amaçlarından en önemlisi sanayide artan talebi karşılamak ve tükenmekte olan doğal kaynaklara alternatif üretmek.

Şefika Özcan

E-kitap Aldı Başını Gidiyor



E-kitap okurlarının oranı henüz düşük olsa da, kitaba en çok para veren kesimi yine onlar oluşturuyor.

Amazon Kindle ve Apple iPad gibi ürünlerin gösterdiği ticari başarı, e-kitap satışlarına da yansımaya başladı. Araştırma şirketi Forrester'ın tahminlerine göre 2010'da e-kitap satışları 1 milyar dolara ulaştı ve 2015 yılında 3 milyar dolara yaklaşacak.

Şirketin 4000 kişi üzerinde yaptığı araştırmaya göre kitap okuyanların şimdilik sadece % 7'si e-kitap formatını tercihleri arasına almış durumda. Bu % 7'lik kesim aynı zamanda en çok kitap okuyan ve kitaba en çok para harcayan kesimi temsil ediyor ve 1 milyar dolarlık satış hacminin tamamını sırtlanmış durumda. Bununla birlikte e-kitap okuyanların tamamı e-kitap okuyucu cihazlara sahip olanlardan ibaret değil. Hatta e-kitap okurlarının % 35'i satın aldıkları e-kitapları dizüstü bilgisayarlarından okumayı tercih ediyor. Liste % 32 Kindle, % 15 iPhone, % 12 Sony e-Reader şeklinde uzuyor.

Bu arada Amazon Kindle sahipleri okudukları kitapların % 66'sını e-kitap formatında tercih ettiklerini belirtmişler ki, bu da altı çizilmesi gereken bir detay. Araştırmanın detaylarına www.forrester.com/go?docid=57664 adresinden ulaşabilirsiniz.



Kullanıcı Arabirimi 3. Boyutla Tanışıyor



Öyle görünüyor ki üç boyutlu televizyonlar yakında kendi 3 boyutlu kullanıcı arabirimine de kavuşacak.

2010 yılının en ilginç teknolojik gelişmelerinden biri, yıllardır beklenen üç boyutlu görüntü teknolojilerinin resmen hayatımıza girmesi oldu. Bugün en yakınınızdaki teknoloji mağazasından satın alabileceğiniz bir ürüne dönüşen üç boyutlu görüntü teknolojilerine dair bazı ilginç uygulamalar da yavaş yavaş ortaya çıkıyor. Bunlar arasında benim en çok ilgimi çeken, TAT adlı bir şirketin sergilediği Dimension S3D adlı üç boyutlu arabirim. Üç boyutlu televizyonlar için özel olarak geliştirilen bu arabirimde simgeler ve etkileşim tamamen üç boyutlu olarak tasarlanmış. Örneğin saat simgesini seçtiğinizde simge size doğru yaklaşıyor, arkasını çevirdiğinizde görünüm analogdan dijitale dönüşüyor. Medya oynatıcı simgesini ters çevirince durdurma/çalma gibi kontrollere erişebiliyorsunuz. Hatta örnekler arasında üç boyutlu rubik küpü bilmecesi çözebileceğiniz bir uygulama bile var. TAT, geliştirdiği bu arabirimi şimdilik fuar fuar gezdirerek televizyon üreticilerine pazarlamaya çalışıyor. Söylenene göre bir hayli de ilgilenen varmış. Haberin detaylarına ulaşmak ve videoyu izlemek için engt.co/tatdimension adresini ziyaret edebilirsiniz.

Daktiloda Oyun Oynanır mı?

Bilgisayarda oyun oynuyorsunuz, televizyonda oynuyorsunuz, cep telefonunda, medya çalarda, hatta bazılarınız hesap makinesinde bile oyun oynuyorsunuz. Peki elektrikli daktiloda da oyun oynayabileceğinizi biliyor muydunuz? Toronto'daki Site 3 coLaboratory (site3.ca) grubundan Jonathan Guberman, bu iş üzerinde uğraşıp gerçeğe dönüştürmeyi başarmış. Guberman, otomatik olarak yazı yazabilmenin yanı sıra hangi harfe basıldığını da algılayabilen eski bir elektrikli daktiloyu almış ve kendi bağlantı arabirimini geliştirerek bir USB klavye gibi bilgisayara bağlamış. Daha sonra bilgisayarda yazdığı küçük bir programı da daktiloya uyarlamış ve oyun başlamış. Guberman'ın daktilo için uyarladığı ilk oyun 8 bit bilgisayarlar zamanından kalma eski bir oyun olan Zork. Metin tabanlı bir macera oyunu olan Zork'ta bilgisayar size içinde bulunduğunuz ortamı tanımlıyor, siz de ne yapacağınıza karar veriyorsunuz. Örneğin karşınızda "Bir odadasınız. Kuzeyde bir kapı var. Yerde bir kürek duruyor." yazıyor. Siz de "Küreği al, kuzeye git." gibi şeyler yazarak oyunu yönlendiriyor ve bulmacayı çözmeye çalışıyorsunuz. Bunlar kendi kendine yazabilen bir daktiloya karşı oynamak ise klasik korku filmlerinden fırlamışa benzer bir deneyim olsa gerek. Projenin detaylarını ve çalışırkenki videosunu upnotnorth.net/projects/typewriter/ adresinde görebilirsiniz.



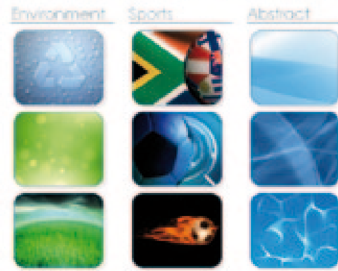


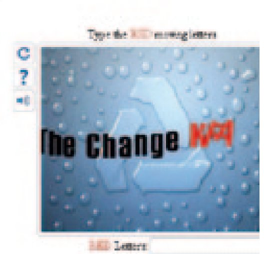
Kendi kendine yazabilen bir daktilonun karşısına geçip macera oyunu oynamak hayli farklı bir deneyim olsa gerek.

CAPTCHA'nın Videolusunu Yaptılar

CAPTCHA yani tam açılımıyla "Completely Automated Public Turing Test to Tell Computers and Humans Apart", bilgisayarı ve insanı birbirinden ayırmaya yarayan sistemlere verilen genel bir isim. Hani internet üzerinde bazen üyelik formu doldurmak veya hizmet almak için kişisel bilgilerinizin yanı sıra bir de karman çorman harfleri girmenizi isterler ya, onlardan bahsediyoruz. Bir çeşit güvenlik önlemi olan bu uygulama sayesinde, hizmeti sunan sistem sizin formları otomatik olarak dolduran bir bilgisayar değil de gerçekten bir insan olduğunuzu anlamayı umuyor. Neden? Çünkü her ne kadar bilgisayarlar mevcut çalışma şekilleri sayesinde yüzlerce haneli iki sayıyı nanosaniyeler içinde çarpıp sonucu karşınıza getirebilse de, beyaz yorgan örtü altında yatan beyaz bir kediyi veya eciş bücüş bir A harfini tanıma konusunda insan beyninin gösterdiği performansın yanından bile geçemiyor. Böylece siz de bilgisayara gerçek bir insan olduğunuzu ispatlayabiliyorsunuz. Aksi halde otomatik form doldurucu programların sisteme hücum edip gerçek kişilere ait olmayan binlerce, hatta milyonlarca hesap açması mümkün.

Diğer yandan CAPTCHA'ların uzun süreli kullanımı şöyle bir sonuca yol açtı: Bu bahsettiğimiz otomatik form doldurma sistemlerini ortalığa salanlar(ki aslında çoğu da dolandırıcılık amaçlıdır), zaman içinde geliştirdikleri optik karakter tanıma ve hatta piksel sayma gibi yöntemlerle CAPTCHA'ları da otomatik olarak tanımaya başladı. Bu da CAPTCHA'ların daha da karmaşık hale gelmesine neden oldu ve sonuçta bunlar çoğu durumda bir insanın bile kolay kolay okuyamayacağı hale geldi.



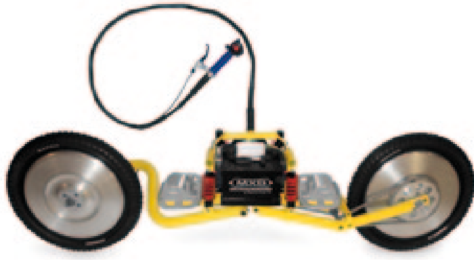


CAPTCHA güvenlik sisteminde videoların kullanılması hem site sahiplerini, hem bu sitelerden hizmet alan kullanıcıları hayli rahatlatacak bir çözüm.

İşte bu duruma bir çözüm getirme arayışında olan NuCaptcha adlı şirketin CAPTCHA'ları görüntü yerine video olarak sunma önerisi hayli dikkat çekici. Bu yaklaşımda CAPTCHA metinleri durağan görüntüler yerine renkli bir fon üzerinde dans ederek kayıp giden karakterler şeklinde sunuluyor. Bu da otomatik karakter çözümleyicilerin işini bir hayli zorlaştırırken, hareketli karakterlerin okunaklılığını koruması sayesinde kullanıcının işini kolaylaştırıyor. Eğer üyelik tabanlı bir internet siteniz varsa, aylık 25 bin kullanıma kadar bu sistemi ücretsiz olarak denemeniz mümkün. Şimdilik 3500 site tarafından kullanılan sisteme gelen ilk eleştiriler de bir hayli olumlu. Detaylı bilgi ve canlı örnekler için www.nucaptcha.com adresini ziyaret edebilirsiniz.

Osman Topaç

İki Tekerlekli, Motorlu, fakat Motosiklet Değil: MXB Shocker

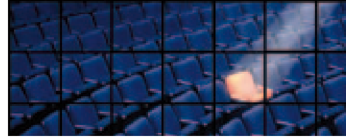


MXB Shocker iki beygir gücünde elektrikli bir motora sahip iki tekerlekli bir araç. Motosiklete benziyor ama direksiyonu ve koltuğu yok. Üzerindeki batarya 2 saatte şarj oluyor ve 80 kg ağırlığındaki bir sürücüyü 1 saatten fazla taşıyabiliyor. Saatte 50 km'ye kadar sürat yapabilen MXB Shocker arazide de kullanılabiliyor.

www.motorcrossboard.com



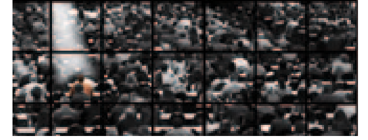




Süper Zum Mikrofon

Squarehead tarafından geliştirilen zum mikrofon teknolojisi, büyük bir konferans salonunda herhangi bir koltukta oturan bir dinleyicinin el mikrofonu kullanmadan konuşmacıya soru sormasını mümkün kılıyor. Ya da bir futbol maçında iki futbolcu arasında geçen konuşmayı izleyicilere canlı olarak aktarabiliyor. Bütün bunları mümkün kılan teknoloji futbol sahasının veya konferans salonunun üzerine yerleştireceğiniz bir çanak. Bu çanak içerisinde 315 adet mikrofon ve bir kamera bulunuyor. Kontrol panelinde ise bu çanağın kapsama alanının görüntüsü var. Cihazı kullanan operatör ekran üzerinde herhangi bir noktayı belirliyor ve oraya zum yapıyor. Zum yapılan bölgedeki ses iletilirken, ortamda bulunan diğer sesler filtreleniyor. Bu teknolojiyi daha da ilginç yapan diğer bir özellik ise çanakta bulunan 315 mikrofonun gerçek zamanlı olarak bütün sesleri kayıt edebilmesi ve daha sonra geçmişe yönelik belli bir noktadaki sese zum yapabilme olanağı vermesi. Bu şekilde 100 kişilik bir toplantı salonundaki 100 kişi aynı anda konuşsa da, daha sonra her birinin ses kaydını net bir şekilde çıkarabiliyorsunuz.

www.squarehead.no



Dell Duo: Tablet mi Dizüstü mü?

Dell Duo ilk bakışta 10 inç ekrana sahip bir netbook. Fakat ekranı, çerçevesi içerisinde 180 derece dönebiliyor. Bu şekilde ise bir tablet PC olarak kullanılabiliyor.



Dell Duo'da çift çekirdekli Atom işlemci ve Windows 7 Premium işletim sistemi bulunuyor. Ürünün ne zaman satışa çıkacağına dair bir bilgi verilmemiş. Gerektiğinde klavyesi olan bir dizüstü bilgisayara dönüşebilen bir tablete ya da gerektiğinde bir tablete dönüşen bir dizüstü bilgisayara ihtiyaç duyanlar için ekonomik bir çözüm.

www.dell.com

osmantopac@gmail.com



Yay Lastik

NASA'nın isteği üzerine Mars ve Ay yüzeyi gibi zorlu koşullarda kullanılmak üzere Goodyear tarafından geliştirilen havasız, metal yaylardan oluşan Yay Lastik, inovasyonun oskarı sayılan R&D 100 ödülünü kazanan 100 teknoloji arasına girdi. Dünya'da kullanılan kauçuk, hava dolgulu lastiklerin aşırı ısı değişikliklerine karşı güvenli olmadığı gerçeğine karşın geliştirilen Yay Lastikler, üzerlerindeki 800 adet yay sayesinde bir darbe karşısında deforme olup kullanılamama riskini minimuma indiriyor.



NASA yetkililerine göre Yay Lastikler çok dayanıklı ve enerji verimliliği yüksek. Goodyear yetkililerine göre ise Yay Lastiklerin Dünya üzerinde kullanımı da mümkün ama bu konuda planlanmış bir çalışma henüz yok.

www.nasa.gov

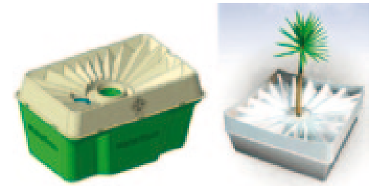
Yılın En Çevreci Otomobili: Chevy Volt

General Motors (GM) tarafından geliştirilen Volt elektrikli otomobili Los Angeles Otomobil Fuarı'nda Yılın En Çevreci Aracı ödülünü aldı. *Motor Trend* ve *Automobile* dergileri de Volt'u yılın otomobili seçmişti. GM mühendislerine göre Volt bir elektrikli otomobil. Bazı uzmanlara göre ise Volt bir melez araç çünkü Volt'ta elektrikle çalışan bir motorun yanı sıra 1,4 l benzinli bir motor ve ufak bir jeneratör bulunuyor. Bu da Volt'u melez yapıyor.
Bu iddialara karşın GM'in savunması şu şekilde: Benzinli motor hiç bir şekilde tekerleklere güç vermiyor, sadece akünün doluluk oranı % 25'e düştüğünde otomatik olarak çalışıyor ve jeneratörle aracın aküsünü şarj ediyor ve akünün doluluğunu % 25 - % 40 aralığında tutuyor. Diğer bir ifadeyle, eğer gideceğiniz mesafe 60 km'den az ise aracınız tamamen elektrikle çalışıyor (15,53 kW.h/100 km). Akünüz azaldığında ise benzinli motor devreye giriyor ve bu durumda aracınız 35 litrelik benzin deposunun tamamını kullanarak yaklaşık 560 km yol kat edebiliyor. Araştırmalara göre Amerikan halkının % 75'inin günlük araç kullanım mesafesi 60 km'nin altında.
Bu durumda Amerikan halkının dörtte üçü sadece akşamları araçlarını şarj ederek benzine hiç ihtiyaç duymadan gün boyu araçlarını kullanabilecek. Volt'ta kullanılan 170 kg'lık akü sistemi 8 yıl veya 160 bin km üretici garantisine sahip.

www.gm.com



Yılın İcadı: Groasis Waterboxx



Popular Science dergisinin 2010 yılının En İyi İcadı ödülünü alan Groasis Waterboxx, yeşillendirme çalışmalarının zor yapıldığı alanlar için tasarlanmış. Waterboxx'ın ortasında boru şeklinde bir açıklık bulunuyor. Yere ekilen ağaç tohumu ya da fidesi bu açıklık boyunca büyüyor. Waterboxx'ın iç haznesi 15 l su kapasitesine sahip. Waterboxx'ın altında bulunan bir noktadan toprağa günde 50 ml su salınıyor. Bu şekilde sadece hazne içindeki su kullanılarak tohum ya da fide 30 gün boyunca sulanabiliyor.

Ayrıca Waterboxx'ın üstünde bulunan açıklıklar da yağmur suyunu hazne içerisinde hapsedebilme özelliğine sahip. Bunun yanı sıra hazne içerisi, geceleri yoğuşan nemi toplayacak şekilde tasarlanmış. Bu şekilde Waterboxx çok daha uzun süreler toprağı nemli tutabilme kapasitesine sahip. Ayrıca, geniş taban alanı ile toprağın nem kaybını da minimumda tutan Waterboxx, yine bu geniş kaplama alanı sayesinde fideyi kemirgenlere karşı koruyor ve fide çevresinde zararlı otların yetişmesini engelliyor. Bu şekilde fidenin yetişmesi için en uygun şartları yerine getirmiş oluyor.

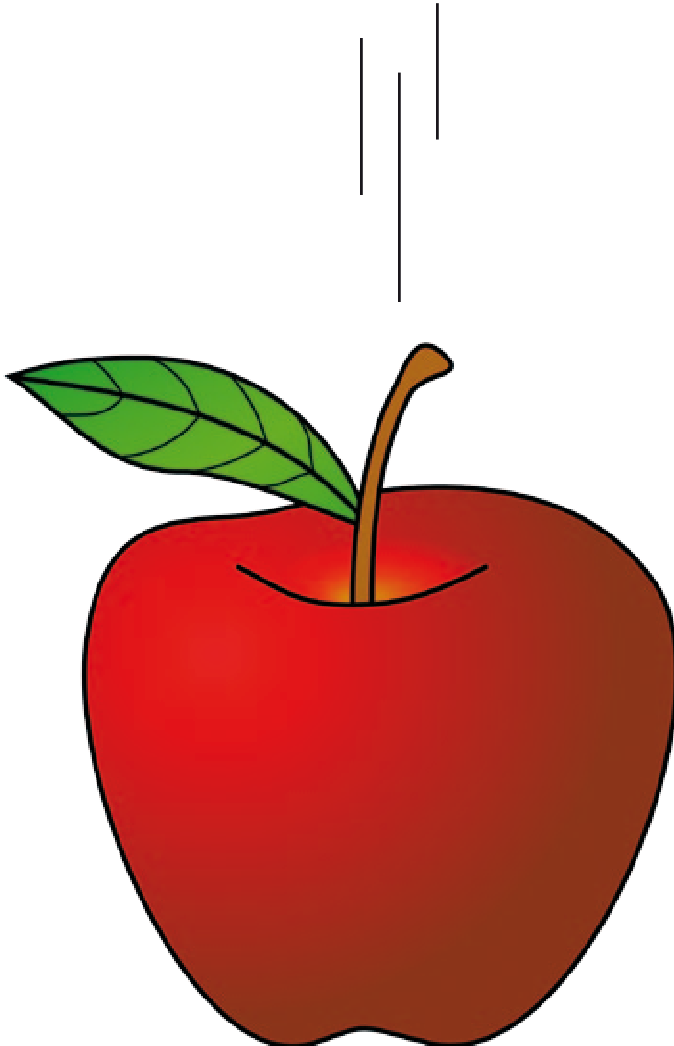
www.groasis.com

Zeynep Ünalan

Dr, Bilimsel Programlar Uzmanı, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Değişken Sabitler!

Elektronun elektrik yükü, Plank sabiti, kütle çekim sabiti, ışık hızı. Evrenin işleyişini betimleyen denklemlerde sürekli karşılarına çıktığı için fizikçilerin kanıksadığı, birçoklarımızın ise bir şekilde bir yerlerden duyduğu fizik sabitleri. Evrenin ve hayatın temelinde yer alan sabitler tabii ki bu dördüyle sınırlı değil. Listeyi uzatabiliriz: Boltzman sabiti, Bohr magneton, protonun kütlesi, eşleşme sabitleri... Bu sabitlere evrensel sabitler de deniliyor, bunun sebebi evrenin neresinde ve hangi zamanında olursak olalım değişmedikleri varsayımı. Gerçi bu varsayım özellikle bazı sabitler için çoktan terk edilmiş durumda. İnce yapı sabitinin değiştiğini iddia eden bilim insanlarının son çalışmaları ise hangi temel sabitler gerçekten temel sabit, temel sabitler gerçekten sabit mi gibi tartışmaları tekrar alevlendirdi.



$$F=\frac{GMm}{r^2}$$

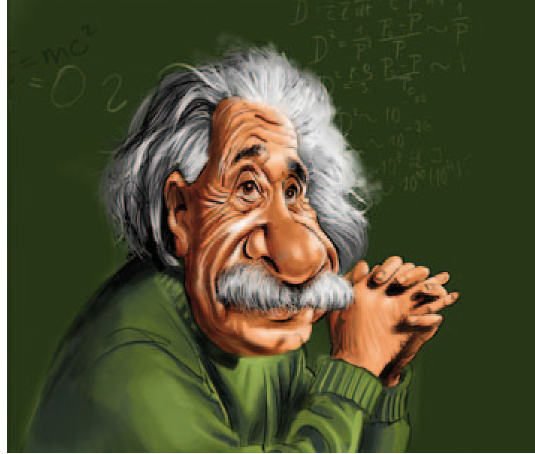
Otto Stern 1930'larda elektron spini üzerine çalıştığı yıllarda, laboratuvarına yakın arkadaşı Wolfgang Pauli'nin girmesine izin vermez. Gerekçesi Pauli'nin beraberinde getirdiği kötü şans ve aksiliklerdir. Zira Pauli o dönemler sadece kuantum mekaniğine yaptığı büyük katkılarla değil her girdiği ortamda bir şeyler döküp saçmasıyla, girdiği laboratuvarlarda bozulan alet vakalarıyla da ün yapmıştır. Pauli sonraki yıllarda psikoloğu Carl Gustov Jung'un ortaya attığı eşzamanlılık (senkronizm) terimiyle yakından ilgilenir. Birbirinden bağımsız ya da aynı anda gerçekleşme olasılığı düşük olan iki olayın eşzamanlı gerçekleşmesinin tesadüfi olmadığını ve bir anlamı olduğunu anlatan senkronizmi Pauli de benimser. Ama benimsemesine sebep bahsettiğimiz talihsiz olaylar değil, rüyalarında gördüğü bazı sembollerin hemen sonra meslektaşlarından aldığı mektuplarda karşısına çıkmasıdır. Pauli'nin 1958 yılında vefat ettiği hastane odasının numarası 137'dir. Bu seçim ne tesadüf ne de senkronizm örneğidir. Pauli son zamanlarda ince yapı sabitinin neden 1/137 değerini aldığı üzerine çokça kafa yormuş ve bu oda numarasını kasıtlı olarak seçmiştir.

Pauli gibi daha birçok bilim insanının doğanın sabitlerine olan takıntıları ve ilgileri sebepsiz değil. Doğa sabitlerinin farklı değerler alması tüm yaşam koşullarını değiştiriyor. Bu sabitlerdeki ufak bir değişiklik maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini yeni baştan biçimlendiriyor. Hesaplar ince yapı sabitinin 1/137 değil de daha düşük bir değerde olması durumunda Periyodik Tablo'daki elementlerin kararlılıkların değişeceğini, moleküler bağların çok daha düşük sıcaklıkta kopacağını gösteriyor. Daha büyük olması durumunda ise hidrojen, helyum gibi basit elementler tamamen ortadan kalkıyor, ki bu yıldızların enerji depolarının sıfıra inmesi demek oluyor. İnce yapı sabiti 0,00729 değil de 0,1 gibi bir değerde olsaydı karbon atomu hiç oluşamayacaktı.

Hangi Sabitler Daha Temel ve Sabitler Değişebilir mi Tartışmaları

Temel sabitlerin ölçümünün zor olması bir yana sabit olmadıklarının gözlenmesi durumunda sonucun nasıl yorumlanması gerektiği de tartışmalı. Problem öncelikle birimi olan fiziksel büyüklüklerde, örneğin ışık hızı, proton kütlesi gibi büyüklüklerde ortaya çıkıyor. Hız, birim zamandaki yer değişimi olduğundan birimi metre bölü saniye (m/s). Kütle aynı birim sisteminde kilogram (kg) cinsinden ifade ediliyor. Şimdi protonun kütlesi evrenin başka yerlerinde değişim gösteriyor mu sorusundan hareketle bir deney tasarladığımızı düşünelim. Ancak deneyi yaptığımız yerdeki protonların kütlesi bilinen $1{,}67\times10^{-27}$ kg değerinde değil de bunun iki katı olsun. Proton kütlesinin iki katına çıktığını ölçebilir miyiz? Genel kanaat ölçemeyeceğimiz yönünde. Nedeni basit. Deney yaptığımız aletler atomlardan meydana geldiğinden ve dolayısıyla yapısında protonlar olduğundan kütle artışından bizzat etkileniyorlar. Bir diğer deyişle aletlerimiz değişimden eşit oranda etkilendiği için farkı yakalayamıyoruz. İşte evrenin dokusunda bulunan temel sabitleri ölçmeye kalktığımızda denizin yapısını denizin dışına çıkarak ölçmek zorunda olan bir balığın çaresizliğine düşüyoruz.

Benzer bir durum ışık hızının ölçümünde de geçerli. Cambridge Üniversitesi'nden Carlos Martins'e göre ışık hızının değişiminden söz etmek bile anlamsız: "Işık hızını bir saat ve metre ile ölçtüğümüzü varsayalım. Eğer ertesi gün tekrarlanan deney farklı bir sonuç verirse kimse metrenin uzunluğunun mu yoksa zaman aralıklarının mı değiştiğini söyleyemez." Kısacası, sorun birimi olan büyüklüklerin değişimini, birimlerin değişiminden ayırt edemeyişimizde yatıyor. Araştırmacılar deney yaparken ölçüm aletlerinin standart olduğunu ve değişmediğini varsayıyorlar. Anlaşılan bu varsayım fizik sabitlerini ölçerken yapılınca deney baştan yanlış kurgulanmış oluyor. Neyse ki fizik kanunlarının sabit olup olmadığını sınamanın bir yolu daha var. O da birimi olmayan yani birimsiz fizik sabitlerinin değişip değişmediğine bakmak.



Bunların başında elektronun atom çekirdeğine hangi güçle tutunduğunun bir ölçüsü olan ince yapı sabiti geliyor. Alfa sabiti *(α)* olarak bilinen bu sabit, kuantumun Plank sabitini *(h)*, elektromanyetizmanın elektron yükünü *(e)* ve dielektrik sabitini *(ε_0)*, göreliliğin ışık hızını *(c)* bir arada barındırması yönüyle ilginç bir sabit. Elektronun elektrik yükünün karesinin $2\times h\times c\times \varepsilon_0$ bölümü olarak ifade edilen ince yapı sabiti, kuantum elektrodinamiğinden kuasarların ışık spektrumuna kadar her yerde kendini gösteriyor. Bu tür birimsiz sabitler yukarıda bahsettiğimiz pürüzlere takılmadıkları için diğer temel sabitlerden daha temel kabul ediliyorlar.

Dünyamızdan milyarlarca ışık yılı uzaklıktaki kuasarların spektrumdan α'nın değerini hesaplamanın yeni bir yönteminin açıklandığı bir makale, 1999 yılında Physical Review Letters dergisinde yayımlanıyor. Astrofizikçi John Webb ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada α'nın Dünya'da ölçülen değeri, 12 milyar yıl ötedeki kuasarlardan gelen ışıktan hesaplanan α ile karşılaştırılıyor. Çalışmanın detaylarından bahsetmeden önce makalenin sonucuna ve bunun üzerine başlayan tartışmalara değinelim. İnce yapı sabitinin Dünya'da ölçülen değeri yaklaşık 1/137. Webb ve arkadaşlarının ölçtüğü değer ise α'nın 12 milyar yıl önceki değerine karşılık geliyor ve Dünya'daki değeriyle uyuşmuyor: İnce yapı sabiti virgülden sonra beşinci basa-





Çizim: Bilgin Ersözlü

makta farklılık gösteriyor. Ekip öncelikle bilim camiasını bu farkın sistematik hatalardan kaynaklanmadığına ikna etmek zorunda kalıyor. Ayrıca sabırsızlıkla benzer gözlemlerin bağımsız araştırmacılar tarafından tekrarlanması bekleniyor. Aradan on yıl geçmesine rağmen α'nın bundan milyarlarca yıl önce daha düşük bir değerinin olduğu başka deneylerle teyit edilemedi, haliyle α'nın değişkenliği netleşmiş değil.

İnce yapı sabitinin değerini ölçmek için deneyler devam ededursun bu arada kuramcılar da boş durmuyor. Değişen α üzerinden kuramlar üretmeye başlıyorlar. Paul Davies bunlardan biri. Davies ince yapı sabitinin değişkenliğini karadeliklere uyguluyor ve olası senaryoların hesaplarını yapıyor. Sonuçta karadeliklerin değişen bir α'ya kısıtlamalar getirdiğini görüyor. Davies'e göre α'nın geçmişte daha düşük değer alması ya elektron yükü e'nin zaman içinde azalması ya da ışık hızının zaman içinde artmasıyla açıklanabilir. Davies, elektron yükünü değiştirdiğinde karadeliklerde termodinamiğin ikinci yasasına aykırı durumlar ortaya çıktığını fark ediyor. Bu mümkün olmadığına göre ışık hızının değişmesi gerektiği sonucuna varıyor. Paul Davies'in 2002 yılında *Nature* dergisinde de yayımlanan bu çalışmasını meslektaşlarından eleştirenler oluyor. *Nature* makalesinin üzerine Michigan Üniversitesi'nden Michael Duff birimi olan temel sabitlerin değişkenliği üzerinden fizik yapılamayacağını savunduğu bir makale kaleme alıyor. Birim sistemlerini, birimli ve birimsiz fizik sabitlerini irdelediği makalesinde yılların fizikçilerini ta en başa, fizik derslerinin ilk on dakikasında anlatılıp geçilen temel birim sistemlerini anlamaya davet ediyor. Duff, α'da görülen bir değişmeden elektrik yükü ya da ışık hızının değişkenliğine çıkan bir yol bulmaya çalışmanın saçma ve yanlış olduğu görüşünde.

Duff'ın iddiasını anlamak için kısaca doğal birim sistemlerine bir göz atalım. Hepimiz kütlenin kilogram, uzunluğun metre, zamanın saniye cinsinden belirtildiği uluslararası birim sistemine (SI sistemi) aşinayız. Ancak kütlenin ve uzunlukların 10^{-30} mertebesine kadar küçüldüğü, hızların ise ışık hızına yaklaştığı atomaltı dünyasında genelde bu birim sistemi kullanılmıyor. Onun yerine kütle, uzunluk, zaman gibi büyüklüklerin işlem yapmaya uygun büyüklüğe geldiği doğal birim sistemleri kullanılıyor. Örneğin SI sistemindeki protonun $1{,}67 \times 10^{-27}$ kg olan kütlesi Plank sisteminde 938 MeV/c^2 (Milyon elektronVolt /ışık hızının karesi) değerine karşılık geliyor. Birim daha karışık, ama 938 ile işlem yapmak daha kolay. Plank sisteminde Plank uzunluğu, Plank kütlesi vs. öyle seçiliyor ki Plank sabiti *(h)*, ışık hızı *(c)*, kütleçekim *(G)* sabitlerinin hepsi 1 değerini alıyor. Tekrar uluslararası sisteme dönmek için ise *h, c* ve *G*'yi uluslararası sistemdeki değerleriyle gerisin geri çarpmak ya da o değerlere bölmek gerekiyor. Şimdi Duff'ın iddiasını dayandırdığı savunmalardan biri şöyle: Işık hızı, Plank sabiti gibi sabitler bir birim sisteminden diğerine dönüşüm için kullanıldığına göre bu sabitlerin değişkenliğinden bahsedilemez. Işık hızının değişkenliğinden bahsetmek "litreyi galona dönüştüren sabit değişmiş midir" sorusunu sormak kadar saçma ve kafa karıştırıcı.

Buna karşın Davies yine de birimsiz bir sabitin değişkenliğinin o sabitin ifadesinde yer alan, birimi olan sabitlerin değişkenliğine işaret ettiği görüşünde. Paul Davies bu konuda yalnız olmadığı gibi ışık hızının Büyük Patlama'dan beri değiştiğini öne süren tek bilim insanı da değil. John Moffat ve Joao Magueijo, Davies'den yıllar önce evrenin şimdiki şeklini ve büyüklüğünü açıklamakta yetersiz kalan Standard Büyük Patlama kuramına ışık hızının değişimiyle çözüm getiren fizikçilerden. Moffat ve Magueijo evrenin ilk anlarında ışığın hızının saniyede 300.000 km'den biraz daha yüksek olması durumunun kuramsal birçok problemi hallettiğini iddia ediyorlar. Bu tür kuramlar Einstein'ın görelilik kuramına ters düştükleri için çok makbul sayılmasalar da hiç ciddiye alınmadıkları da söylenemez.

İnce yapı sabiti gibi birimsiz sabitlerin birimi olan sabitlerden daha temel olduğunu Cambridge Üniversitesi'nden John Barrow, *The Constants of Nature* (Doğa Sabitleri) adlı kitabında kısaca şöyle özetliyor: "İlk başta ışık hızının daha yavaş olduğu bir dünyanın bizimkinden daha farklı olacağını düşünme eğiliminde olabiliriz. Ancak böyle düşünmek yanlış olur. Işık hızının, Plank sabitinin ve elektron yükünün aynı anda değiştiği, ancak sonuçta alfanın değerinin sabit kaldığı yeni bir dünyayı gözlemsel olarak bizim dünyamızdan ayırt edemeyiz. Dünyaların tanımında etkili olan sadece birimsiz sabitlerdir."

Temel Sabitlerin Değiştiğini Öne Süren Diğer Kuramlar

Fizikçiler genelde kuramlarını fizik sabitlerinin değişmediği varsayıma dayandırarak üretiyor. Ancak John Barrow gibi, bu sabitleri teker teker değiştirerek Büyük Patlama'nın ilk saniyelerindeki element oluşumlarını anlamaya çalışan bilim insanları da var. Barrow, başlangıçta fazla miktarda bulunan hafif elementlerin temel sabitlerin çok da farklı olmasına izin vermediğini, verseydi ağır elementlerin oluşamayacağını belirtiyor. Yine de Barrow'un kuramı temel sabitlerde ufak değişikliklere izin veriyor. Bazı kuramcılar ise birkaç fizik sabitini aynı anda değiştirerek her bir sabitte daha büyük değişimlere olanak sağlayan kuramları inceliyor.

Temel sabitlerin hangi aralıkta değişebileceğinin belirlenmesi nihai evren modeli arayışında büyük önem taşıyor. Birimsiz fizik sabitlerinin değerleri deneysel olarak ölçülüyor. Kuramsal fiziğin en büyük hedeflerinden biri ise bu sabitlerin değerlerinin doğrudan denklemlerden çıktığı bir kuram geliştirmek. Parçacık fiziğinin Standard Modeli'nde 25 kadar birimsiz sabit var: Temel parçacıkların kütlelerinin Plank kütlesine oranı, eşleşme sabitleri, kuarkların birbirlerine dönüşme olasılıkları vs. Bunların hepsinin tam değerleri deneylerle tespit ediliyor. Kuram bir kısıtlama getiremeyince sabitlerin deneylerle hassas ölçümleri daha da önem kazanıyor. Örneğin Standart Model'in temel parçacıklarından olan Higgs bozonunun kütlesinin ölçülmesi CERN Büyük Hadron Çarpıştırıcısı deneylerinin ilk hedeflerinden.

Atomaltı parçacıkları ve bu parçacıkların birbirleriyle elektromanyetik, güçlü ve zayıf kuvvetler aracılığıyla nasıl etkileştiğini anlatan Standard Model'de kuvvetlerin gücü eşleşme sabitleriyle ifade ediliyor. Yukarıda bahsettiğimiz ince yapı sabiti bunlardan biri. Elektrik yüklü parçacıklar arasındaki etkileşme gücünün bir ölçüsü olan ince yapı sabitine, elektromanyetik eşleşme sabiti de deniliyor. Standard Model'in elektromanyetik, güçlü ve zayıf eşleşme sabitleri sırasıyla 1/137, 1 ve 10^{-6} değerlerinde. Yani kuarkları bir arada tutan güçlü kuvvet elektromanyetik kuvvetten 137 kat daha güçlü. Radyoaktiviteden sorumlu zayıf kuvvet ise güçlü kuvvetin milyonda biri kadar. Bu üç kuvvetin değişeceğini öngören Büyük Birleşme kuramlarında eşleşme sabitleri enerjiyle değişiyor. Bu kuramlara göre enerji yoğunluğunun şimdikinden çok daha yüksek olduğu Büyük Patlama'nın ilk anlarında, zayıf kuvvetin eşleşme sabiti daha yüksek bir değerdeyken elektromanyetik eşleşme sabiti daha düşük bir değerde. Öyle ki eşleşme sabitlerinin üçü de evrenin geçmişinde belli bir anda aynı değeri alıyor.

Standard Model'in üç kuvvetini hepsinden çok daha zayıf olan kütleçekim kuvvetiyle (eşleşme sabiti 10^{-39} değerinde) birleştirmeye çalışan en popüler kuramlardan biri olan sicim kuramına göre, evren fazladan 10 uzay boyutu içeriyor. Ancak bu boyutlar çok küçük bir bölgeye sıkıştıkları için göremiyoruz. Yine sicim kuramına göre, doğanın temel sabitleri bütün uzay boyutları üzerinden tanımlandığı için fazladan boyutlarının büzüşmesi ya da genişlemesi durumunda temel sabitler değişebiliyor. Örneğin, kütleçekim kuvvetinin diğer kuvvetlere göre bu kadar küçük olmasının nedeni kütleçekim dalgalarının fazladan uzay boyutlarına sızması. Eğer bu boyutların büyüklüğü değişiyorsa bunun kütleçekim kuvvetinin büyüklüğünde bir değişiklik olarak hissedilmesi gerekiyor. Bu durumun 4 boyutlu uzayımızdaki yansımasının, Newton'un kütleçekim denkleminde gördüğümüz G sabitinin değişimi olarak kendini göstermesi bekleniyor.

İki kütle arasındaki çekimin kütlelerin çarpımıyla doğru, aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak değiştiğini söyleyen bu yasadaki "uzaklığın karesiyle ters orantılı olma" durumu, 3 uzay boyutlu bir algımız olmasından kaynaklanıyor. Diğer saklı uzay boyutlarındaki büyük bir değişim, bu formüldeki "kare" ifadesinde değişime kadar gidebiliyor.

G sabiti, kütleçekimini uzay-zamanın kütle etkisiyle eğrilmesi olarak tanımlayan Einstein'ın genel görelilik kuramına göre de sabit. Bu kuramın rakiplerinden en bilineni Brans-Dicke'nin çekim kuramına göre ise, *G* uzay ve zamanda değişebilen bir büyüklük. 1960'larda Amerikalı iki fizikçi Robert Dicke ve Carl Brans tarafından geliştirilen bu kuramda, *G*'nin büyüklüğü uzayı kaplayan bir alan tarafından belirleniyor ve bu alandaki kuantum dalgalanmaları *G*'nin sürekli değişmesine neden oluyor.

Son Dönemdeki Deneyler

Kütleçekim sabiti *G*'nin Cavendish Laboratuvarı'nda 1798'de Henry Cavendish tarafından başlayan ölçümleri bugün de yeni burulma sarkacı teknikleri kullanılarak devam ediyor. Düzenek burulma sarkacına tutturulan bir çubuğun iki ucuna yerleştirilen iki kütleden oluşuyor. Sarkaç hafifçe burularak salınmaya bırakılıyor. *G*'nin büyüklüğü sarkacın gidiş geliş periyodundan ölçülebiliyor. Washington Üniversitesi'nden Jens Gundlach ve Stephen Merkowitz tarafından geliştirilen ve 2000 yılında *Physical Review Letters* dergisinde yayımlanan yeni bir burulma sarkacı yöntemiyle, *G*'nin ölçümündeki belirsizlik ilk defa büyük oranda düşürülüyor. Yine aynı dergide yer alan, çok daha yeni iki çalışmadan biri Çin Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nden, diğeri ise New Mexico'daki Sandia Ulusal Laboratuvarları'ndaki bir ekipten geliyor. Özellikle Sandia ekibinin deneyi lazer interferometresi kullanılarak yapılıyor ve çok daha hassas. Her iki deney de Gundlach ve Merkowitz'in elde ettiği *G* değerinden daha düşük bir *G* değeri sunuyor. Bu deneylerin önceki deneyle arasındaki uyumsuzluk anlaşılabilirse, Bilim ve Teknoloji Verileri komitesi (Committee on Data for Science and Technology-CODATA) *G*'nin kabul edilen değerini düşürebilir. CODATA dört yılda bir toplanıyor ve tüm doğa sabitlerinin değerlerini son verilerin ışığı altında tekrar gözden geçirip yayımlıyor. Gelecek yıl düzenlenecek toplantının ardından *G*'nin değeri için artık $6{,}674\,28 \pm 0{,}000\,67 \times 10^{-11}\,m^3 kg^{-1} s^{-2}$ büyüklük ve hata payı yerine $6{,}67234 \times 10^{-11}$ gibi bir büyüklük ve daha düşük hata payı olan bir değer görebiliriz.

Yüzyıllara varan süreçte *G*'nin değerinin ölçümündeki hassasiyet artırılabilse de, bu değerin evrenin başlangıcından beri değişip değişmediği saptanamamış. Bu ölçümün çok daha zor olmasının en büyük nedenlerinden biri, iki kütle arasındaki çekim kuvvetinin ölçümü sırasında, kütlelerin etraflarındaki diğer cisimlerin kütleçekim etkisinden tamamen soyutlanamaması.

Son yıllarda en çok ses getiren deneyler, yazının başında bahsettiğimiz doğrudan ince yapı sabiti *α*'nın ölçümüne yönelik olan kuasar soğurma spektroskopisi deneyleri. Bu sabitin evrenin eski zamanlarında daha farklı bir değer alıp almadığını görmek için milyarlar yıl öncesine ait bir atomu zamanımıza ışınlayıp elektron ile atom çekirdeği arasındaki kuvveti ölçmek gibi bir lüksümüz yok. Ancak eski atomlar ve moleküllerden yayılan ve Dünyamıza kadar ulaşan ışığı inceleyebiliyoruz. Milyarlarca yıl ötedeki kuasarlardan gelen ışık, yolu boyunca içinden geçtiği gaz bulutlarındaki atomlarla etkileşiyor ve bu atomların elektronlarını uyarıyor. Daha yüksek enerji seviyelerine uyarılan elektronların eski enerji seviyelerine dönerken yaydıkları ışığın frekansı, elektronları atom çekirdeğinde tutan kuvvetle ilintili. Kısacası ince yapı sabitine bağlı. Haliyle milyarlarca yıl uzaktan yani geçmişten gelen ışığın frekansında bir değişim gözlenirse, bu ince yapı sabitinin zaman içinde değiştiği anlamına gelecek.

Evrenin genişlediği sonucuna yine uzaktaki galaksilerden bize ulaşan ışığın spektrumu incelenerek varılıyor. Hem evrenin genişleme hızı hem *α* sabitinin değeri için gözlemciler kuasarlardan gelen spektruma baksalar da temelde amaçları farklı olduğu için spektrumun farklı noktalarına dikkat ediyorlar. Soğurma spektrumu dediğimiz şey yan yana bir sürü siyah ve beyaz çizgiden oluşan bir barkoda benziyor. Milyarlarca yıl ötedeki gaz bulutlarındaki atomlardaki elektronlar kuasarlardan gelen ışığı emince, emilen ışığın frekansı kendini soğurma bantları adı verilen siyah şeritler olarak belli ediyor. Bu çizgilerin toptan daha düşük bir frekansa doğru kayması söz konusuysa, bu galaksilerin bizden uzaklaştığı yani evrenin genişlediği anlamına geliyor, daha doğrusu öyle yorumlanıyor. Siyah şeritler arasındaki bağıl uzaklıkların değişmesi ise *α*'nın değiştiğine işaret ediyor. Webb, Dzuba ve Flambaum'un yazının başlarında bahsettiğimiz 1999 tarihli makalesinde, bu aralıkların değiştiği üzerine iddialar var. Webb ve meslektaşları bu iddialarını her iki senede bir yeni verilerle, değişik akademik dergilerde yinelemelerine rağmen başka bir gruptan henüz aynı iddia ve benzer sonuçlarla ortaya çıkan olmamış.

<<<

İnce yapı sabitinin zaman içinde değişiyor olması kuramsal olarak değişik uzay bölgelerinde de değişiklik gösterebileceği anlamına geliyor. John Webb bu konudaki iddiasında da gecikmiyor ve bu senenin Ağustos ayında *Physical Review Letters*'a diğer beş meslektaşıyla yaptığı yeni çalışmasını sunuyor. Bu sonuca göre α şu an itibariyle evrenin her yerinde aynı değeri almıyor. Grup bu sonuca iki farklı konumdaki, biri Şili'deki Çok Büyük Teleskop'tan (Very Large Telescope-VLT) diğeri Hawaii'deki Keck Gözlemevi'nden topladıkları verilerle ulaşıyor. Bu iki teleskoptan biri kuzey yarım kürede diğeri güney yarım kürede ve her biri evrenin değişik bölgelerini tarıyor. Ekip kuzey yarım kürede yer alan Keck'teki teleskoptan uzaktaki galaksilere bakınca daha küçük bir α, güney yarım küredeki VLT ile gördükleri galaksilere bakınca daha büyük bir α değeri gözlüyor.



İnce yapı sabitinin ölçümüne yönelik çalışmalar kuasar soğurma spektrumlarının incelenmesiyle sınırlı değil. İnce yapı sabiti, atom saatlerinin periyotlarından da ölçülebiliyor ve bu ölçümler α'nın değerinin değişebileceğine işaret ediyor. Bilim insanları Gabon'da yer alan, Dünya üzerindeki bilinen tek doğal nükleer reaktördeki uranyum izotoplarını inceleyerek α'nın değerini tespit edebiliyor. Bundan 1,8 milyar yıl kadar önce yaklaşık 200.000 sene aktif olduğu saptanan bu doğal nükleer reaktördeki iki uranyum izotopunun birim hacimdeki oranı hesaplanıyor. Bu miktar uranyum elementinin yıllar önce hangi sıklıkta nötron yakalayarak nükleer reaksiyon geçirdiğini belirliyor. Bu değerden ise α hesaplanabiliyor. Oklo reaktöründen elde edilen sonuçla α'nın değişip değişmediği konusunda net bir sonuca varılamamış. Bu senenin Fizik Nobel Ödülü'nün konusu olan grafen 2008 yılında ince yapı sabitinin ölçümünde kullanılmış. Grafen maddesindeki elektronların kütlelerini kaybetmiş gibi yani foton gibi davranması, ölçümün yapılmasına olanak sağlıyor, ki bu yöntem şimdiye kadarki α ölçüm yöntemlerinden çok daha basit. İncecik bir karbon tabakası olan grafene ışık tutuluyor ve soğurulan ışık miktarı pi (π) sayısına bölünüyor. Sonuç doğrudan α değerini veriyor. Bu basit yöntem belki ilerde α'nın sabit olup olmadığı araştırmalarında da kullanılabilir.

İnce yapı sabitinin gerçekten sabit olup olmadığı belli değil. Değişiyorsa, bu değişimin nedeni elektron yükünün değişmesi mi yoksa ışık hızının değişmesi mi? Bunu da bilemiyoruz. Bilim insanları sabırlı olmak ve yeni deneyleri beklemekten yana. Ancak tüm bu çalışmalar bilim insanlarının fizik sabitlerinin değişmezliğini daha ciddi bir şekilde sorguladıklarını gösteriyor. Bu noktada internette karşıma çıkan bir karikatürü aktarayım. Hz. Musa tiplemesiyle bir bilim adamı Tur dağından iniyor. Elinde kocaman bir taş tablet. Söz konusu kişi Hz. Musa değil de bir bilim adamı olunca tabletin üstünde de İbranice semboller ve 10 emir yerine fizik sabitlerinin sembolleri ve değerleri yer alıyor. Bu karikatür bilim insanlarının temel fizik sabitlerine bakış açısını nükteli bir şekilde açıklıyor. Bilim insanları örneğin ışık hızının değişmediğinden o kadar eminler ki metrolojide metrenin tanımı 1983'ten beri ışık hızı üzerinden yapılıyor. Metre ışığın saniyenin 299.792458'inde 1'inde vakumda aldığı yol olarak tanımlanıyor. Diğer yandan nihai kuram arayışındaki fizikçiler, kuramlarını atomaltı parçacıklar arasındaki etkileşmelerden sorumlu olan eşleşme sabitlerinin evrenin tarihi boyunca değiştiği üzerinden oluşturuyor. Zaman zaman temel sabitler değişiyor mu tartışmasının gündeme gelmesi ve evrensel sabitleri anlama doğrultusundaki motivasyonun kamçılanması dikkate değer. Zira evrensel sabitler evrenin dokusunda var ve bunları anlamadan bir evren modeli oluşturmak mümkün değil. Bu sabitleri çözümlerinde barındırmayan bir denklemin evrenin denklemi olarak kabul görmesi de.



Kaynaklar
Webb, J. K., King, J. A., Murphy, M. T., Flambaum, V. V., Carswell, R. F., Bainbridge, M. B., "Evidence for spatial variation of the fine structure constant", Physical Review Letters, Ağustos, 2010. arXiv:1008.3907v1
Dzuba, V. A., Flambaum, V. V., Webb, J. K., "Space-Time Variation of Physical Constants and Relativistic Corrections in Atoms", Phys. Rev. Lett., Cilt 82, Sayı 5, s. 888-891, 1999.
Nature news: G-whizzes disagree over gravity, Nature 466, 1030 23 August (2010), online
Webb, J., "Are the laws of nature changing with time?", Physics World, 1 Nisan, 2003.
Graphene gazing gives glimpse of foundations of universe: http://www.physorg.com/news126451521.html

Zuhal Kale Demirkıran

Uçan Torpidodan Günümüze

İnsansız Hava Araçlarının Gelişimi

Dünyada İnsansız Hava Araçlarının Gelişimi

İlk insansız hava aracı I. Dünya Savaşı yıllarında uçan bir torpido hayaliyle doğdu. Bu araçların geçmişini 2500 yıl öncesine, ünlü matematikçi Pisagor'a kadar götürenler de var. Tarihçiler Pisagor'un tek kullanımlık, buhar gücüyle yaklaşık 200 metre uçan, "güvercin" adını verdiği bir çalışması olduğunu söylüyorlar. Yine aynı dönemde Çin'de dikey uçan kuş benzeri araçlar hayal edilmiş. 1400'lü yılların sonuna geldiğimizde Leonardo da Vinci'nin günümüzdeki helikopterlerin atası sayılan "hava jiroskopunu" da saymak mümkün. Fakat bugün bildiğimiz anlamda insansız hava aracının (İHA), I. Dünya Savaşı yıllarında geliştirilmeye başlandığı fikri daha çok kabul görüyor. I. Dünya Savaşı sırasında torpidonun uçan, eşdeğerini yapmak üzere çeşitli girişimlerde bulunuldu. Bunlardan ilki Archibald Montgomery Low'un 1914 yılında geliştirmeye başladığı Aerial Target yani Uçan Hedef füzesidir. TeleVista adını verdiği televizyon tasarımıyla da tanınan Low aslında "radyo güdümlü sistemlerin babası" olarak anılan İngiliz bir araştırmacıydı. Aerial Target 1917 yılında yaptığı test uçuşunda birçok ilk gibi başarısız oldu ve iniş sırasında yere çakıldı.

>>>

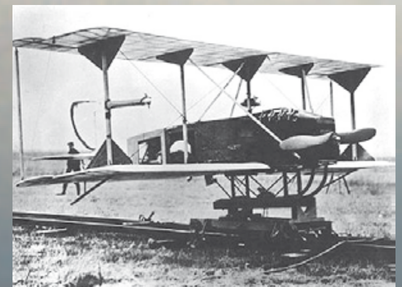
Bir diğer deneme aynı yıllarda Amerikan Deniz Kuvvetleri tarafından geliştirilen Aerial Torpedo'dur. Sadece 270 kg ağırlığında olan, tahtadan yapılmış bu uçağın ağırlığının yarısı patlayıcıydı. Hedefe yönlendirilme şekli oldukça ilkeldi. Rüzgâr hızı, yönü ve hedef mesafesi belirlenip füzenin hedefe gitmesi için gerekli motor dönüş sayısı hesaplanıyordu. Uçuş sırasında bu sayıya ulaşıldığında kapaklar açılıp bomba bırakılıyordu. Aerial Torpedo'dan sonra, onun daha hafif bir versiyonu olan Kettering Bug geliştirildi. Yaklaşık 100 km mesafedeki hedefler için kullanıldı. Uçan torpidolar çok ilgi görse de uçuş denemelerinde çok azı başarılı olabildi. Geliştirilen bu araçlarla istenilen hedefi tutturmak her zaman o kadar kolay değildi. Bu yüzden bir deniz eğitim uçağı olan N-9'a, radyo frekanslı uzaktan kontrol ekipmanı eklendi ve N-9 pilotsuz başarılı bir uçuş yaptı. Ne var ki inişi o kadar başarılı olamadı ve o da Aerial Target gibi denize çakıldı.

Yaşanan bu başarısızlıklar nedeniyle II. Dünya Savaşı sırasında "uçan torpido" konusu bir süre rafa kaldırıldı ve tamamıyla uzaktan kontrol edilebilen hedef uçaklarına yoğunlaşıldı. Uzaktan kontrol her ne kadar mesafe kısıtı getirse de ilgi büyüktü. İngilizler tarafından Fairey deniz uçağının uyarlanmasıyla geliştirilen Fairey Queen'i, yine bir kraliçe olan Queen Bee'ler izledi. Uçan torpido hayali Nazi Almanya'sında, V1 olarak tanınan Vergeltungswaffen-1 seyir füzeleri ile yeniden canlandı. Bu füze jet itki sistemi olan ilk füzedir. Çok iyi bir güdüm sistemine sahip olmasa da uçuş kontrol sistemlerinin gelişimine büyük katkıda bulundu.



Archibald Montgomery Low:
İlk insansız hava aracının tasarımcısı

Yüksek irtifa İHA: Global Hawk



Amerikan Deniz Kuvvetleri tarafından
geliştirilen Aerial Torpedo

Amerikan Hava Kuvvetleri Müzesi'ndeki Kettering Bug modeli

II. Dünya Savaşı sonrasında bugün bilinen adıyla Northrop Grumman firması, Falconer adı verilen hedef uçaklarını geliştirdi ve uzunca bir süre üretti. 1950'lerdeki diğer önemli bir gelişme radarları şaşırtmak için kullanılan sahte hedef sistemleridir. İzleyen yıllarda hedef uçaklarının uçuş mesafesi artırılmaya çalışıldı.

Hedef uçaklarının casus olarak göreve başlamaları ise 1960'lardır. Üzerinde kamera bulunan hedef uçakları, yerdeki bir kontrol istasyonundan veya insanlı bir başka uçaktan kontrol ediliyordu. Bu insansız casusların hem tespiti zordu, hem de ele geçmeleri durumunda bir pilotun yakalanmasından daha az diplomatik probleme sebep oluyorlardı.

1970'lerde soğuk savaşın da etkisiyle İHA'lar daha kritik görevler almaya ve dolayısıyla da karmaşıklaşmaya başladı. Kısa mesafe kullanım için tasarlanan Lockheed Aquila bunlardan biriydi. Aquila'nın otomatik pilotla uçması, düşman birliklerini üzerindeki sensörlerle tespit etmesi, üsse gerçek zamanlı görüntü aktarması ve tüm bunları Sovyet güçlerine yakalanmadan yapması gerekiyordu. Ne var ki araç üzerinde bulunması gereken sistemler aşırı güç çeken, ağır ve büyük sistemlerdi.



Northrop tarafından geliştirilen Falconer hedef uçağı (Sağda)


Orta mesafe İHA'ların atası:
İsrail tarafından 1980'lerde geliştirilen Scout

Önemli kazanımlar elde edilse de testler sırasında birçok araç düştü ve program bütçe sıkıntıları nedeniyle sonlandırıldı.

Uçuş kontrol sistemlerindeki gelişmelere paralel olarak uçuş mesafesi de artırıldı. Bu sayede yakın/orta mesafe İHA'lar doğdu. İsrail tarafından geliştirilen Scout bu sınıfta ilklerden olup sonrasında geliştirilen Pioneer 2000'lerin ortalarına kadar kullanıldı. Bu sistemlerde çift yönlü veri linki ile otomatik takip yeteneği vardı.

Küresel Konumlama Sistemi (GPS) ve uydular, İHA'ları bir anlamda özgürleştirdi. Bu sistemler sayesinde, pek de sağlıklı çalışmayan hava aracı seyrüsefer sistemlerine olan bağımlılık azaldı ve İHA görüş hattında olmasa da uydu üzerinden kontrol edilebilirlik sağlandı. Böylece orta ve uzun mesafeli, yüksek dayanımlı insansız hava araçları geliştirilmeye başlandı. Genaral Atomics'in GNAT aracı bu tip sistemlerin ilk örneğidir. Yüksek irtifada görev yapabilme özgürlüğü gelse de elektro optik ve kızılötesi kamera sistemlerinin bulut üzerinden görüntü çekilmesine imkân vermemesi nedeniyle İHA'ların alçalmaları gerekiyordu. Sonradan sentetik açıklıklı radarların (SAR) geliştirilmesiyle bu kısıt da ortadan kalktı. Fakat SAR yüklerinin ağırlığı araçları daha büyük olmaya zorladı. Bu kapsamda, çeşitli algılayıcılarla donatılmış kıtalararası keşif /gözetleme görevleri yapabilen Global Hawk güzel bir örnektir. İHA'lar keşif yapıp önemli istihbarat bilgisi sağlıyordu ama görev sırasında doğrudan tepki göstermeleri gereken durumların da olacağı düşünülerek bu araçlar silahlandırılmaya başlandı. Bu düşünceyle, Amerikan Hava Kuvvetleri tarafından keşif/gözetleme amaçlı kullanılan Predator'ün silahlandırılmasıyla Predator B veya diğer adıyla Reaper geliştirildi. Predator C ise radara yakalanmama yani görünmezlik özelliğinin kazanıldığı versiyondur.

İnsansız hava araçlarının gelişimine askeri kullanım alanları yön verse de bazı istisnalar da mevcut. Japonlar tarafından geliştirilen, Yamaha firmasının R50 ve RMax araçlarından tarımda zararlılarla mücadelede faydalanılıyor. RMax en gelişmiş ticari İHA olarak biliniyor. NASA Global Hawk'ı atmosferin üst katmanlarında analiz yapmak ve hava tahminleri için kullanmayı planlıyor. Fakat bunların dışında çok fazla sivil uygulama da yok çünkü İHA'lar için kontrollü hava sahası dışında diğer hava platformlarını algılayarak gerekli tepkileri veren algılama ve önleme sistemlerinin geliştirilmesi gerekiyor. İHA'ların algılama ve önleme sistemlerine yönelik güvenilirlikleri kanıtlanmadığı sürece ilgili otoriteler sivil araçlara ehliyet vermek istemiyor.

Geleceğe Bakış

İnsansız hava araçlarını daha özgür kılabilmek için otonomluk üzerine yoğun çalışmalar mevcut. Böylece araçların çift yönlü iletişim için daha az frekans bandını işgal etmesi ve bant genişliği problemlerinin de bir ölçüde çözülmesi hedefleniyor. Zira tam otonom sistemler geliştirilse bile gerçek zamanlı görüntü aktarma ihtiyacı hâlâ devam ediyor. İnsansız hava aracı tanımı ağ merkezlilik kavramıyla da birlikte anılır oldu. Tüm seviyelerde askeri bilginin toplanması ve paylaşılması için onlara ihtiyacımız var. Uçan bir torpido fikrinden gelinen nokta düşünüldüğünde yaşanacak teknolojik gelişmelerle insansız hava araçlarının gelecekte nasıl olacaklarını tahmin bile edemiyoruz!

Kaynaklar
Austin, R., *Unmanned Air Systems: UAV Design, Development and Deployment*, John Wiley & Sons, 2010.
Valavanis, P. (ed.), Advances in Unmanned Aerial Vehicles, Springer, 2007.
http://www.designation-systems.net/dusrm/app4/bug.html
http://www.elbitsystems.com
http://www.as.northropgrumman.com



Zuhal Kale Demirkıran, 2001'de Gazi Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde lisans, 2005'te ODTÜ Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans öğrenimini tamamladı. Halen Kara Harp Okulu Teknoloji Yönetimi doktora programında insansız hava araçları haberleşme sistem teknolojileri üzerine tez çalışmalarını devam ettiriyor ve Meteksan Savunma'da veri linki geliştirme projelerinde görev alıyor.





Sovyet güçlerine karşı tasarlanan Lockheed Aquila (Üstte)
Predator B veya diğer adıyla Reaper. Silahlı İHA (Altta)

A. Bahar Haser



Predator (General Atomics)

Bu İnsansız Hava Aracı'ndan Daha Önce Yapmamış mıydık?



Bilginin, henüz kaynağını terk edemeden sözlü/basılı ortamlara hızla yayılabildiği günümüzde pek çok yanlış yaklaşım da amaçsız gök cisimleri gibi evrende yerlerini alıyor. "İlk İHA", "En Birinci Uçak", "Uçağın Adını Erkek (MALE: Medium Altitude Long Endurance-Orta İrtifa Uzun Havada Kalış) Koydular!" gibi haber başlıklarıyla "Tüm İHA'lar aynı işe yarar," yaklaşımı, özünde birbirinden çok farklı özelliklere sahip bu sistemlerin yanlış tanınmasına yol açıyor. Herhangi bir gazetenin internet yayınında İHA haberlerine gelen yorumlar incelendiğinde bu başıboş "bilgi paketlerinin" zaman zaman atmosferi kat edip birilerinin başına düştüğü görülüyor.



Gözcü (TUSAŞ)

Görev
İHA'lara duyulan ihtiyaç, sıkıcı, tehlikeli ve kirli olarak nitelendirilen görev senaryolarından insanı uzaklaştırma isteği ile ortaya çıkmıştır. Böylece insan faktörü görevlerde kokpitten çıkartılıp -kimi zaman faydalı yük operatörü eşliğinde- yer, deniz veya havada konuşlandırılmış komuta/kontrol birimlerine taşınmıştır. İHA Sistemi'ne uçuş anında veya öncesinde yüklenen-yaptırılan; hedef, tehdit, arazi, hava sahası gibi unsur ve kısıtları kapsayan faydalı yük ve sistem işlevlerinin bütünü görev olarak tanımlanabilir.

İHA Sistemleri Birbirlerinden Nasıl Ayırt Edilir?

Geçtiğimiz yüzyılda malzeme, aerodinamik, yakıt teknolojileri gibi bilimsel ve teknik gelişmelerin kendini gösterdiği alan otomotivdi. Özel lastik malzemeler, değişik aydınlatma özellikleri olan farlar, yol tutuşunu eniyileyen aerodinamik tasarım gibi uzun yıllar süren Ar-Ge çalışmalarının bir üründe vücut bulduğu sektördü otomotiv. Yeni yüzyılın teknoloji arenası ise geçtiğimiz yüzyılda ivmelenen İHA çalışmaları oldu. Malzeme, elektronik, aerodinamik, kontrol yazılımları, ergonomi alanlarındaki en son gelişmeler bir İHA Sistemi'nin bileşenlerinde kendilerine yer buldu.

Birbirinden oldukça farklı teknolojilerin, farklı bilimlerden beslenen bu "ürün"de buluşmasının temelinde görevi gerçekleştiren en az bir hava aracı, hava aracının kontrol edildiği komuta/kontrol birimi ve bu iki birim arasında haberleşmeyi sağlayan veri bağının bir "sistemler sistemi" oluşturması yatar. Kendi içlerinde her biri ayrı birer sistem olan bu bileşenlerin karmaşıklığını yapacakları göreve göre işletimsel ve yönetsel bağımsızlıkları, farklı ölçütlere uygun sınıflandırmaları ve birbirlerine bağımlılıkları gibi çeşitli özellikler belirlemektedir. Bir İHA Sistemi ve bileşenleri, şehir veya eyalet birimlerine bölünmüş ülkelerin toplantılar, yazışmalar ve anlaşmalar gibi haberleşme ve bilgi ağlarıyla oluşturdukları devletler topluluklarına benzer bir sistemler sistemidir. NATO ve OECD gibi organizasyonların farklı amaçları hedeflemesi gibi, İHA Sistemleri de farklı amaçlara hizmet için tasarlanır ve üretilir.

Nicel Sınıflandırma Yaklaşımı

Geliştirilen İHA Sistemlerini farklı şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Sıklıkla karşılaşılan bir yaklaşım, havada kalış süresinin ve görev yapılan irtifanın baz alındığı sınıflandırmadır. Böyle bir sınıflandırmada öncelikli belirleyici görev irtifasıdır. Bu irtifaya tırmanma süresi ve görev süresi toplam havada kalış süresini, bu süre de gerekli olan yakıt miktarını belirler. İrtifa ve görev süresi arttıkça, yakıt tüketimindeki artışa bağlı olarak hava aracının kalkış ağırlığı da artar. Bu sınıflandırma yaklaşımı farklı kaynak ve kurumlar tarafından farklı şekillerde ele alınabilir. Yaygın bir sınıflandırmada azami havada kalış süresi ile uçuş irtifası ilişkilendirilir ve İHA Sistemleri Mini, Taktik, Operatif ve Stratejik ana gruplarına ayrılır.

İrtifa, erim ve havada kalış süresinin baz alındığı bir başka yaklaşımda ise 1500 kg'dan hafif, erimi 500 km'ye ulaşabilen, havada kalış süresi 48 saate kadar uzayabilen, 14.000 m (46.000ft) irtifaya kadar görev yapabilen sistemlere Taktik Sistemler;

daha yüksek irtifa ve erim değerlerinde görev yapabilen, havada kalış süresi 48 saati aşabilen sistemlere Stratejik Sistemler adı verilir. Bu ana gruplar yeteneklerine göre alt sınıflara bölünür. Bu yaklaşımda Taktik ve Stratejik Sistemler altında değerlendirilmeyen özel görevlere sahip İHA'lar İnsansız Savaş Uçağı, Öldürücü İHA, Yanıltıcı İHA gibi isimler alırlar.

Bu sınıflandırmada esas alınan değer sınırları değişik kaynaklarda çeşitlilik gösterebilir. Sınıflandırma yaklaşımında nicel yerine nitel temellerin kullanımı, aynı kavramın belirtilmek istendiği farklı ifadeler arası uyumsuzlukları gidermeye yardımcı olabilir.

Nitel Sınıflandırma Yaklaşımı

Sistem kabiliyetlerinin nitel olarak değerlendirildiği bir başka sınıflandırma sisteminde, İHA'ların yaptıkları görevler ayırt edici özellik olarak tanımlanır.

Pilot/operatörün yönetiminde veya otonom olarak işletilen ve göreve göre taşınan faydalı yük, görev süresi ve yakıt miktarıyla birlikte hava aracının kalkış ağırlığına etki eder. Bu sınıflandırmada görevler öncelikle sivil ve askeri olarak temel iki gruba ayrılır.

Sivil İHA Sistemleri

Askeri alanlarda İHA Sistemleri, insanlı sistemlere tercih edilir hale gelmiştir. Bu tercihte askeri görevlerin doğasından gelen tehlikelerin etkisi yadsınamaz. Askeri kullanımla birlikte gelişen, başta algılayıcılar olmak üzere İHA teknolojileri sivil sistemlere uygulanabilir. Günbegün kalabalıklaşan şehir hayatında, çevre olaylarının izlenmesi ve tehditlerin belirlenmesi çalışmalarında, afetlerde sivil savunma desteğinde İHA Sistemlerinden faydalanılabilir.

Macera filmlerinden, gökdelenler arasında "uçan gözlerden" takip ettiğimiz suçlu kovalama sahnelerine hemen hepimiz aşinayız. Binalar arasında uçuş yapabilen mini İHA Sistemleri ile "sahici" suçluların takibinin yapılmasından, yayıncılıkta kayıt/yayın araçlarının giremediği kalabalıkların görüntülenmesine, kimyasal/biyolojik/radyoaktif/nükleer (KBRN) tehlike bulunan bölgelerden veri alınmasından insanlı araçların ulaşamadığı bölgelere yardım kargolarının iletilmesine kadar pek çok sivil kullanım günümüzde sinema perdelerinden kopup gerçek hayattaki yerlerini aldı.

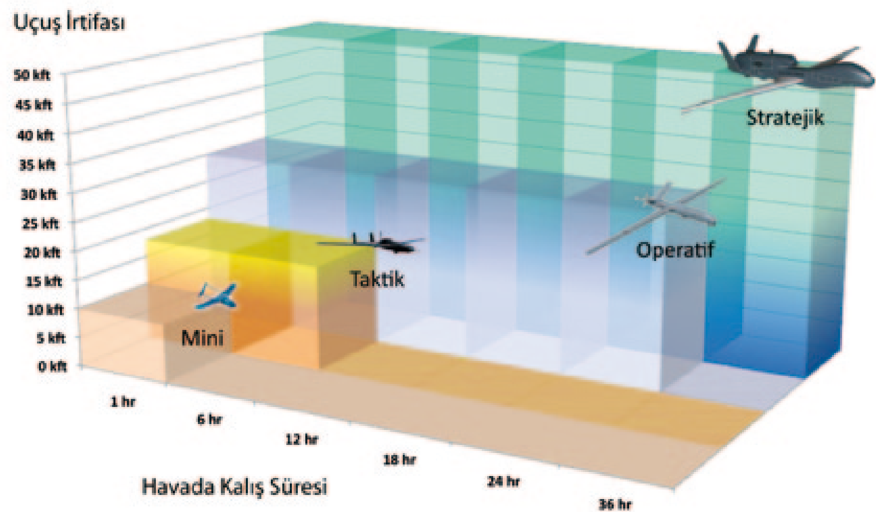
Sivil kullanımda İHA'ların yaptığı görevler şu şekilde sıralanabilir:

- Sivil Taşımacılık
- Bilimsel/Arazi İzleme (Jeolojik Araştırmalar, Toprak Kayması Tahmini, Hava Durumu Tahmini, Atmosferik Araştırma, Okyanus Gözetlemeleri, Kasırga Oluşum İncelemesi, Volkanik Çalışmalar)
- Keşif/Gözetleme (Sel İzleme, Deniz Karakol, Kasırga İzleme, Volkanik İzleme, Orman Yangını Tespiti, Yağ Kaçağı Gözlemleme, Deprem İzleme, Yasal İzlemeler, Sahil Gözetleme, Uluslararası Sınır Devriyesi, Uyuşturucu Trafiği Kontrolü, Çevresel Gözetleme, Nükleer ve Zehirli Gaz Radyasyonu İzleme, Ekin ve Harman İzleme, Yüksek Doğruluklu Arazi Haritalama, Boru Hattı İzleme)
- Uydu Görevlerini Bütünleyicilik (Haberleşme Desteği, Seyrüsefer Desteği, Röle Servisi)
- Acil Durumlar (Arama-Kurtarma, Yangınla Mücadele, Afet Durum Farkındalığı, Afet Operasyon Yönetimi)

Hava trafik kontrolüne ilişkin düzenlemelerdeki eksiklikler sivil İHA'ların yaygın kullanımına ne yazık ki engel oluşturuyor. Şehir dışı/araziye bağımlı görevler dışındaki sivil görevler insanlı uçakların uçtuğu hava sahalarında yapıldığından bu görevlerin herhangi bir can veya mal kaybına yol açmaksızın gerçekleştirilebilmesine yönelik uluslararası yasal düzenleme çalışmaları sürüyor. Avrupa Birliği Çerçeve Programları'nın, Güvenlik temasında İHA'ların sivil kullanımını desteklemesi de bu düzenlemelere paralel bir çalışma olarak değerlendirilebilir.

Faydalı Yük
Konvansiyonel uçaklarda insan ve kargo dâhil taşınan her türlü yüktür. Bir İHA'da bu yük göreve yönelik bir algılayıcı, kargo veya mühimmat olabilir. Faydalı yüke ismini veren "fayda", değerli bir görüntü, kimyasal sızıntı bilgisi veya meteorolojik veri olabilir. İHA'nın "faydalı yük üzerine örülen taşıyıcı platform" olarak tanımlandığı kaynaklara rastlayabilirsiniz. İHA Sistemlerinde faydalı yükler, "görev sistemleri/ekipmanları" olarak da adlandırılır.

İrtifa – Havada Kalış Bazlı İHA Sınıflandırması



Askeri İHA Sistemleri

İHA Sistemlerinin gelişiminde temel ihtiyacın askeri işletim koşullarında karşılaşılması muhtemel tehlikelerden kaçınılması olduğu düşünüldüğünde, sivil sistemlerin askeri sistemlerdeki gelişmeler ışığında gelişim göstermesi şaşırtıcı değildir. Askeri amaçlı İHA Sistemleri, görevlerine göre öncelikle insan hayatını her türlü zarardan korumayı, ikincil olarak maddi kayıpları asgari seviyeye çekmeyi hedefleyen üstün sistemlerdir.

Askeri İHA Sistemlerinin görevlerinin başında istihbarat, gözetleme ve keşif gelir. Bu görevler için faydalı yük olarak görsel/ısıl algılayıcılar kullanılır. Sabit-hareketli görüntü kaydeden faydalı yükler, radar izi taklidi yapan, KBRN verisi algılayabilen ve çok çeşitli verileri toplayabilen faydalı yüklerin atasıdır. Algılama veya "taklit etme" amacıyla geliştirilen faydalı yükler birbirlerinden farklı özelliklere sahip olsalar da, görevin belirlenmesi, görev ihtiyaçları için teknoloji geliştirilmesi, bu teknolojileri taşıyan hava platformu ve uçuş profilinin tasarlanması, işletim senaryolarının oluşturulması, kontrol algoritmaları gibi tasarımdan üretime giden süreçteki benzerlikleri İHA Sistemlerini bir aile içerisinde değerlendirmeyi gerektirir.

Askeri İHA'ların gerçekleştirdiği görevler beş ana başlıkta toplanabilir:

Keşif/Gözetleme Desteği Görevi

Bir İHA Sisteminin askeri birlikler için savaş alanından anlık görüntü bilgisi almak üzere 1 ila 8 saat görev yapması yeterlidir. 10-200 km erimde gerçekleştirilen bu görev Taktik Keşif/Gözetleme Desteği Görevi olarak adlandırılır ve pistsiz/rampadan kalkış yapan sabit kanatlı sistemler ile dikine kalkış yapan döner kanatlı sistemler tarafından görüş hattı içerisinde gerçekleştirilir.

Taktik görevlere oranla yüksek irtifalardan, daha yüksek çözünürlüklü görüntü bilgisinin alınması için gerçekleştirilen görev Stratejik Keşif/Gözetleme Desteği Görevi olarak adlandırılır. Görev süresi 24 saate ulaşırken, havada kalış süresindeki artışın getirdiği azami kalkış ağırlığının taktik sistemlerden büyük olması ve hava aracı boyutlarının büyümesi pistten kalkışı gerektirir. Görev, görüş hattında veya görüş hattı ötesinde planlanabilir. Genelde sabit kanatlı sistemler bu görevde kullanılır ve ihtiyaca bağlı olarak erim 250 km'yi aşabilir.

Gözcü (TUSAŞ)



Taarruz Görevi

İHA Sistemlerinin yerine getirdiği Taarruz Görevi ihtiyaçlara göre şekillenir ve özelleşir. Bu özel görevlerden İç Güvenlik Görevi görüntü bilgisi alınan savaş alanında belirlenen kritik zamanlamalı hedeflerin hafif silahlarla ortadan kaldırılmasını amaçlar. Bu görevi yerine getiren bir İHA görüş hattı içerisinde veya ötesinde işletilebilir. Yine taarruz amaçlı Yakın Hava Desteği Görevi'nde ise önceden veya anlık olarak belirlenen hedefler etkin atış gücüyle bastırılır.

Düşman hava savunma sistemlerinin yüksek tehdit oluşturduğu yakın mesafe taarruz görevlerinde İHA, gelişmiş malzemeler veya yanıltıcı sistemlerle kendisini saklarken düşman radarlarını tespit eder. Hava Savunma Sistemleri İmha Görevi için bu özellikteki bir İHA dâhili olarak füze ve/veya lazer güdümlü mühimmat taşır.

İnsansız Savaş Uçağı ise İHA teknolojilerinde etkinlik gösteren tüm ülkelerin nihai hedef edindikleri ve geliştirme çalışmalarını halen sürdürdükleri Hava Sahası Savunma Görevi'ne yönelik bir platformdur.

Hedef Benzetimi Görevi

İHA'ların can ve mal kaybını önlemek üzere geliştirildiği görevler için Hedef Uçak Görevi açıklayıcı bir örnektir. Hava savunma birliklerinin eğitimlerinde insanlı sistemlerin kullanımı, pilotların sağlığı sebebiyle yaşamsal, insanlı uçak işletim masraflarının yüksek, işletim süresinin ve alanının kısıtlı olması sebebiyle ekonomik olarak tercih edilmeyen bir eğitim yöntemidir. Hava savunma sistemlerine tehdit oluşturan ve benzetimi yapılacak sistemlerin radar kesit alanı, ısıl/görsel izi gibi özelliklerinin Hedef Uçak Görevi'ni gerçekleştiren bir İHA ile "taklit" edilmesi, bu tehditlerin uçuş zarfları ile manevra kabiliyetlerinin İHA tarafından benzetilmesiyle insan sağlığını riske atmayan, çok daha ekonomik bir işletime olanak tanır.

Sahte Uçak Görevi'ni üstlenen İHA ise düşman hava savunma sistemlerini farklı teknolojiler kullanarak "oyalar ve kandırır" ve taarruzda bulunan insanlı/insansız sistemlerin güvenliğini sağlar. Düşman sistemleri sahte uçağı takip ederek yerlerini belli eder, mühimmatlarını sahte hedef için harcayabilir ve bu takip, taarruz sistemlerinin görevlerini tehlikesiz bir biçimde gerçekleştirmeleriyle sonuçlanır.

Elektronik Harp Görevi

Bu görevde Sinyal İstihbaratı ile radar ve/veya haberleşme yayınlarının dinlenmesi, Radar Elektronik Harbi ile düşman hava savunma sistemlerinin radarlarının karıştırılması, Muhabere Elektronik Harbi ile düşman haberleşme sistemleri ve Küresel Konumlandırma Sistemlerinin karıştırılması, Önleyici Elektronik Harp ile uzaktan kumandalı patlayıcıların etkisizleştirilmesi sağlanır. Elektronik Harp Görevlerinin, farklı faydalı yüklerle düşman sistemlerinin kafasını karıştırdığı söylenebilir.

Özel Görevler

Sivil İHA Görevleri ile benzerlikler taşıyan Özel Görevler, doğrudan Askeri Görev olarak sınıflandırılması zor ancak tehdit ortamında Askeri Görevleri destekler niteliktedir. Mayın/Patlayıcı Tespiti, Deniz Karakol, Arama – Kurtarma/Lojistik, Haberleşme Desteği gibi görevler, işletim amacına göre Özel Askeri Görevlere örnek olarak sıralanabilir.

Sonuç Olarak

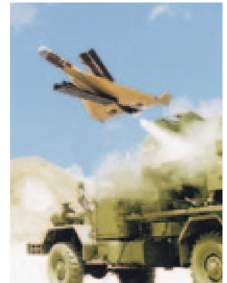
Buraya kadar anılan görevler yetenekleri özelleşmiş İHA'larla gerçekleştirilebilir. Bunun yanı sıra bir platform farklı faydalı yüklerle/uçuş özellikleriyle farklı görevlerde bulunabilir. İhtiyacı karşılayacak faydalı yük belirlendikten sonra bu yükü taşıyan ve bu yükün işletimine özel irtifa, hız, manevra, görünmezlik gibi performans ve yapı özelliklerine sahip bir platform, benzer değerlendirme basamaklarını geçtikten sonra bir başka görev üstlenebilir.

Sınıflandırma yaklaşımlarından bağımsız olarak Türkiye ve yurtdışında geliştirilen sistemlerin kimileri benzer özellik ve amaçlara hizmet etse de, özellikle yurtiçinde yürütülen çalışmaların farklı ihtiyaçlara yönelik sürdürüldüğü söylenebilir. Bilgiye çaba sarf etmeden erişilebilen günümüzde karşılaşılan her verinin bilgi olarak kabul edilmemesi, bilimsel ve teknik kaynakların ışığında sorgulanması bu yazının başlığında sorulan soruya yanıt verilmesine yardımcı olabilir.

Kaynaklar
Avrupa 5. FP Sivil İHA Ar-Ge Programı Üyeleri, European Civil Unmanned Air Vehicle Roadmap, Volume 3, 2005.
Bar-Yam, Y., Allison, M.A., Batdorf, R., Chen, H., Generazio, H., Singh, H, Tucker, S., "The Characteristics and Emerging Behaviors of System of Systems," NECSI Complex Physical, Biological and Social Systems Project, 7 Ocak 2004.
Van Blyenburg, P., "UAVs : A Worldwide Overview," Asian Aerospace UAV Asia-Pacific Conference, 23 Şubat 2004.
Security Research Call 4 (FP7-SEC-2011-1), European Commission, 19 Temmuz 2010.
http://www.strategypage.com/
http://www.defenseindustrydaily.com/



A. Bahar Haser, 2004 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. Aynı yıl bir patent bürosunda araştırmacı olarak başladığı çalışma hayatına 2004 – 2008 yılları arasında Ford Otomotiv Sanayi A.Ş. ve TEMSA Ar-Ge ve Teknoloji A.Ş.'de fikri mülkiyet hakları, homologasyon ve proje teşvik alanlarında yürüttüğü çalışmalarla devam etmiştir. 2008 yılından bu yana TUSAŞ İHA Sistemleri Mühendislik Müdürlüğü'nde Sistem Mühendisliği görevini sürdürmektedir.



Harpy (IAI)

Taner Altunok

Türkiye'nin İHA Serüveni

Heron

İHA'nın Tanımı

Artık limitleri gökyüzü olan yeni sistemlerimiz var: İnsansız Hava Araçları ya da kısaca İHA. İHA dediğimizde aslında bir sistemden bahsederiz. Hava aracı, kamera, radar gibi, veri sağlayan faydalı yükler; hava aracını kontrol eden yer kontrol istasyonu; iniş/kalkış ve haberleşme gibi birçok alt sistem İHA'nın tanımının içinde yer alır. İHA'larda insanlı bir uçakla genelde aynı sistemler bulunsa da uçağı kontrol eden pilot yerine bir elektronik akıl ve kontrol sistemi vardır. İHA'lar genellikle model uçaklarla ve uzaktan kontrol edilebilen "dron" uçaklarla karıştırılır. Radyo kontrollü bir model uçak sadece kullanıcının görüş alanı içerisinde onun komutlarıyla iner, kalkar veya döner. Bir dron uçak ise tanımlı bir rota ve program çerçevesinde görüş alanı dışında da uçuş yapar ve kontrol istasyonuna döner. Genellikle kontrol istasyonuna dönene kadar çektiği fotoğraflardan ve görüntülerden haberimiz olmaz. Bir İHA'nın ise az veya çok "otomatik aklı" bulunur. Kontrol istasyonu ile haberleşebilir, çektiği görüntüleri, konum ve hız gibi durum bilgileri ile birlikte aktarabilir. Ayrıca yakıt durumu, sistemlerin sıcaklıkları gibi, kendine ait bilgileri de iletebilir. Herhangi bir arıza durumunda kendisi bir şeyler yapabilir veya kontrol istasyonunu bu durumdan haberdar edebilir. Örneğin kontrol istasyonu ile haberleştiği veri linki koparsa, linki tekrar kurmak için uğraşabilir veya yedek link varsa bu linke geçebilir. Bu tip kararlar İHA kontrol yazılımında tanımlanmış otomatik kararlardır. Bazı sistemlere ise otomatik karar vermenin ötesinde "otonomluk" özelliği kazandırılmıştır. Otonomluk insan unsuru olmadan kendi kendine karar verme kabiliyeti olarak tanımlanabilir. Otonomi için yapay zeka, genetik algoritmalar gibi bilgisayar mühendisliği odaklı çalışmalar yürütülmektedir.



Neden İnsansız?

Günümüzde insanları insansız hava araçları geliştirmeye iten önemli sebepler var. Bu sebeplerden bazıları şunlar:

1. Uzun keşif/gözetleme gereken durumlarda insan dikkati zamanla azalır. İHA'lar, üzerlerinde taşıdıkları kamera ve radarlar yardımıyla hem daha etkin hem de ucuz çözümler sunabilir.
2. İnsan için risk teşkil eden kimyasal ve nükleer maddelerle uğraşılması gereken durumlarda İHA'lar kolaylıkla görev yapabilir.
3. Taarruz ya da hava savunma gibi tehlikeli görevlerde küçük ve görünmezlik özelliği bulunan İHA'ların kullanılması başarılı sonuçlar verebilir.
4. Araştırma ve geliştirme çalışmaları gerçek uçaklar yerine insansız hava araçları kullanılarak daha ucuz ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilir.
5. Daha az enerji harcarlar, düşük emisyon ve gürültü seviyeleriyle çevre dostudurlar.
6. Aynı görevi üstlenen uçaklarla karşılaştırıldığında İHA'ların ilk üretim, kullanım, bakım, yakıt, hangar masrafları daha düşüktür.

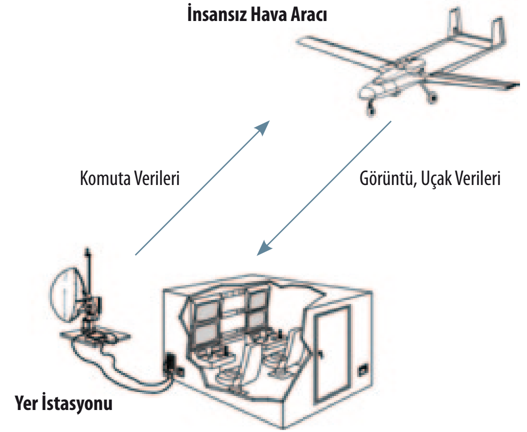
Yukarıda sayılan avantajlara rağmen İHA'ları tercih etmeyeceğimiz durumlar da söz konusu olabilir. Mesela pilotu olmayan bir yolcu uçağına binmek ister miydiniz? Ya da sizce İHA'lar askeri operasyonlarda insanlarınki kadar yerinde kararlar alabilir mi? Bu soruların cevaplarını sanıyorum zaman içerisinde alacağız.

Değerlendirmeler

Tehlikeli, yüksek risk arz eden, insan fizyolojisinin dayanamayacağı kadar uzun süren hava harekâtında insansız hava araçlarının rolü öne çıkıyor. Şekil, büyüklük ve fonksiyonlar bakımından farklı, avuç içi kadar olandan tonlarca kalkış ağırlığına sahip muhtelif tipte İHA'lar bulunuyor. Günümüzün İHA sistemlerinden sivil alandan daha çok geçmişte de olduğu gibi askeri maksatlı olarak yararlanılıyor. Taarruz, iç güvenlik, hava savunma, sinyal istihbaratı, hedef uçağı, elektronik harp, özel görevler vb. faaliyetlerin yanı sıra en yoğun şekliyle keşif gözlem amacına yönelik olarak uzaktan algılama araçları olarak kullanılıyorlar. Bu faaliyetler esnasında hava araçlarına entegre edilen elektromanyetik spektrum içerisinde yer alan gündüz, kızılötesi, yakın kızılötesi kamera sistemleri, yapay açıklıklı radar sistemleri, havadaki mikroorganizmaları tespit eden biyolojik sensörler, hava bileşenlerini lazer spektroskopi yöntemi ile belirleyebilen kimyasal sensörler kullanılıyor. ABD'li üretici firmalar bu alanda % 60'lık piyasa payı ile en önde yer alırken, ABD'yi İsrail ve % 4 gibi düşük bir pay ile Avrupa ülkeleri izliyor.

2005 yılı içerisinde Afganistan ve Irak'ta taktik İHA sistemleri ile 100.000 saatin üzerinde uçuş gerçekleştirildi ve bu süre her yıl üçe katlanıyor. Askeri alanda bu kadar yaygın kullanılan İHA sistemlerinin sivil amaçlı kullanımında da son yıllarda önemli artış oldu. Bu kullanım amaçları arasında emniyet-asayiş, sınır güvenliği, meteorolojik araştırmalar, haberleşme sistemlerine altyapı sağlamak, orman yangınları ve kaçakçılık ile mücadele, çevre kirliliğinin tespiti, ekim ve hasat gözlemleri, balıkçılık, üç boyutlu haritalama, boru hatlarının güvenliğini sağlamak sayılabilir.

İHA teknolojileri ülkemiz açısından çok önemli bir fırsat sunuyor. Tasarım ve beyin sermayesi odaklı, ağır sanayi yatırımı gerektirmeyen bu alanda milli bir vizyon kapsamında çalışmalar yürütülmesi ile ülkemiz havacılık teknolojisini son noktada yakalayabilir.



Türkiye'de İHA

Birçok insan Heron zannetse de, Türkiye semalarında uçan ilk İHA'lar 1993 yılında General Atomics Aeronautical Systems firmasından alınan GNAT'lardır. Beş yıl sonra bu İHA sisteminin geliştirilmiş versiyonu olan I-GNAT'tan iki adet daha alındı. GNAT'lar acil ihtiyaçları karşılayabilmek için alınmıştı; milli imkânlarla İHA geliştirme çalışmaları da paralel olarak başlatıldı.

1990 yılında UAV X-1 projesi ile TAI tarafından yerli İHA geliştirme çalışmalarına başlandı. Uçuş testleri yapıldı ama bütçe problemleri ve ihtiyaçların net olmaması gibi sebeplerle seyrüsefer ve faydalı yük entegrasyonu fazlarına geçilemedi. İHA'larla ilgili diğer bir proje de TÜBİTAK tarafından geliştirilen Otomatik Uçuş Kontrol Sistemi projesidir. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen bu proje ile otomatik uçuş ve seyrüsefer kabiliyetleri kazanılmıştır.

TAI UAV X-1'den sonra da çeşitli İHA geliştirme çalışmalarında bulundu. Turna ve Keklik, hava savunma sistemleri atış ve takip eğitimlerinde kullanılmak üzere geliştirilen hedef uçağı projeleridir. Turna'nın gelişmiş versiyonu olan Turna/G, 2001 yılından bu yana aktif olarak kullanılıyor. Baykuş ve Pelikan da pilot eğitimi ve bazı testlerin yapılması amacıyla geliştirilen diğer araçlardır. Martı sivil uygulamalar için geliştirilmiş bir İHA'dır. Kıyı erozyonu incelemeleri için geliştirilen bu aracın fırlatıcıdan kalkma yeteneği ve otonom uçuş kabiliyeti bulunuyordu. Gözcü kısa menzil keşif/gözetleme ve istihbarat amaçlı geliştirilmiştir; katapult ile fırlatma ve paraşüt ile iniş özellikleri sayesinde havaalanına ihtiyaç duymadan her türlü araziye iniş ve kalkış yapabilir.



Gözcü


Turna/G



Prof. Dr. Taner Altunok, lisans öğrenimini Kara Harp Okulu'nda, yüksek lisans öğrenimini ODTÜ'de ve doktora öğrenimini Gazi Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. Halen Çankaya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Enstitü Müdürlüğü görevinde bulunuyor ve YÖK Üniversitelerarası Kurul Eğitim Komisyonu üyeliği yapmaktadır. Ayrıca TÜBİTAK insansız hava aracı projelerinde hakemlik görevi yürütüyor. İnsansız araç uygulamaları, nükleer enerji, modelleme ve simülasyon, teknoloji yönetimi, stratejik savunma planlaması, güvenlik yönetimi alanlarında çok sayıda yayını mevcuttur ve çeşitli kuruluşlardan birçok ödül almıştır.

2004 yılı Türkiye'nin İHA sistemleri konusunda yolunu çizdiği bir yıldır. Bu yılda Savunma Sanayii Müsteşarlığı (SSM) İHA alımı ve geliştirilmesi konusunda yetkili tek kuruluş olarak belirlendi. SSM Türkiye'nin İHA sistemlerindeki gereksinimlerini Mini, Taktik ve MALE olarak sınıflandırdı ve her bir sınıf için geliştirme projeleri başlattı. Acil ihtiyaçlara yönelik olarak ise hazır alımlar planlandı. Geçmişte önemli tecrübeler edinmiş olan TAI'ye MALE sınıfı İHA platformu geliştirme görevi verildi. Bu amaçla geliştirilen TİHA veya diğer adıyla Anka, 24 saat havada kalış, yaklaşık 9000 metre irtifa gibi özellikleriyle yurtdışındaki örnekleriyle yarışıyor. Geçtiğimiz aylarda hangardan çıktı, uçtuğunu görmemiz yakındır. Anka kullanım alanı açısından Heronların eşdeğeri sayılabilir. Heron bir dönem Türkiye'de İHA ile eş anlamlı kullanılıyordu. Heron da Anka gibi MALE sınıfı bir İHA'dır. Anka ile karşılaştırıldığında yükseklik, havada kalış süresi, menzil gibi özellikler açısından üstünlükler gösterir.


Anka

2004 yılında yapılan planlamaya uygun olarak Taktik İHA sınıfında Kalekalıp-Baykar ortaklığı tarafından Çaldıran ve Vestel Savunma Sanayii tarafından Karayel geliştirildi. SSM tarafından Çaldıran'ın alımına karar verildi. Mini İHA sınıfında Baykar tarafından Bayraktar ve bir mini insansız helikopter sistemi olan Malazgirt geliştirildi. Vestel Savunma da Efe adındaki bir mini İHA'nın yanı sıra Arı adında bir mikro İHA geliştirdi.

Üniversiteler tarafından gerçekleştirilen İHA geliştirme çalışmaları da mevcut. Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) bir mini İHA olan Güventürk'ü uçurmayı başardı. Otonom olarak yani herhangi bir kontrole ihtiyaç duymadan uçabilen Güventürk, üzerinde bulunan 16 gram ağırlığındaki kamera ile çektiği görüntüleri 10 km mesafeden aktarabiliyor. ODTÜ ayrıca yer kontrol istasyonu, taktik İHA ve mini İHA'lar için otopilot sistemleri üzerine çalışmalar yapıyor. İstanbul Teknik Üniversitesi'nin de döner kanat İHA sistemleri konusunda tasarım ve prototip üretim faaliyetleri mevcut. Bunun yanı sıra birçok üniversite, kurum ve kuruluşta da İHA sistemi ve alt sistemleri bazında geliştirme çalışmaları bulunuyor. 2004 yılından sonra daha bilinçli ve planlı olarak yürüdüğünü söyleyebileceğimiz bu süreç birçok milli başarıya sahne oldu. Sahip olduğumuz potansiyele güvendiğimiz sürece gelecekte de bu başarıların devam edeceğini öngörmek yanlış olmayacaktır.



Güventürk:
ODTÜ Mini İnsansız Hava Aracı

Kaynaklar
Unmanned Vehicle Systems International, "UVS International Yearbook, 2009/2010"
Austin, R., *Unmanned Aircraft Systems*, Chapter 1: Introduction to UAS, John Wiley & Sons, 23 Nisan 2010.
www.tai.com.tr
www.baykarmakina.com.tr
http://startnews.tubitak.gov.tr/ankara/presentations/17March_Session2/METU_NafizAlemdaroglu.pdf

Haluk Bayraktar
Selçuk Bayraktar

Teknolojileriyle Dünyadaki Rakipleriyle Yarışan Özgün ve Milli İnsansız Hava Araçları

Bayraktar, Malazgirt ve Çaldıran



>>>

TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* dergisinin eski sayılarını dijital ortamda sunan arşiv DVD'sini incelediğimde ilk baktığım konulardan biri de insansız uçaklardı. Dergi arşivini taradığımda 1972 yılının eylül ayında "Pilotsuz Uçaklar" başlığı ile yayımlanan *Popular Science*'tan çevrilmiş makale dikkatimi çekti. Uzaktan yönetilen uçaklara yeni olarak eklenen gerçek zaman kontrolü ve bu şekilde pilotun 50 mil uzaklıktaki uçağın içindeymiş gibi her tarafı görmesi özelliği ele alınıyordu. Yerdeki bir merkezden klimalı ortamda fırdöndü koltuğundan uçağı kontrol eden pilotun zeki ve refleksleri kuvvetli olması gerektiği, bu uçaklara az ömürlü jet motorları takılabileceğinden ve alüminyum kaplı köpük malzemelerinden imal edebileceğinden bahsediyordu. Dönemin havacılığı için bu özellikler önemli kazanımlardı. Günümüz havacılığının ulaştığı noktada ise yer pilotu klimalı ferah bir ortamda, çok kuvvetli reflekslere ihtiyaç duymadan hatta belki de kahvesini yudumlarken, okyanus ötesi uçan bir insansız hava aracından uydu haberleşmesi ile aldığı görüntülerden belirlediği bir hedefi, güdümlü füze ile imha edebilir. Moore kuralı olarak ifade edilen sayısal işlemcilerdeki transistör sayısının her yıl ikiye katlanması prensibine paralel olarak gelişen teknolojinin insansız hava araçlarındaki uygulamaları, havacılıkta adeta bir çağ değişimi yaşatıyor. 2010 yılının Türkiye'sinde ise artık tamamen Türk beyin gücü ile en ileri teknolojik düzeyde, dünyadaki rakiplerinden hiç de aşağı kalmayan hatta birçok açıdan daha da ileri olan İHA sistemleri hakkında yazı kaleme alıyor olmaktan kıvanç duymamak elde değil.

Uydu haberleşme teknolojisi, sensör teknolojileri, bilgisayar işlemci teknolojilerindeki gelişmelerle birlikte, özellikle 1990'lı yılların sonuna doğru artık ağır sanayi ürünlerinin yerini bilgi teknolojileri içeren akıllı sistemler almaya başlamıştır. Bu son dönem içerisinde platform merkezli savaştan, ağ merkezli savaşa doğru yaşanan süreçte insansız hava araçları en önemli sistemler haline gelmişlerdir.

Yakın geleceğin savaş uçağı olarak değerlendirilen ve ülkemizin de üretim ortağı olarak yapımında yer aldığı Müşterek Taarruz Uçağı (F-35) son insanlı jet uçağı olarak adlandırılıyor. İnsansız Hava Araçları aynı zamanda paralel birçok teknolojinin de özgün olarak geliştirilmesi hususunda bir kıvılcım niteliğine sahip.

Akıllı silah sistemi kapsamında yer aldıkları için İHA sistemlerinin yabancı ülkelerden alımı füze rejimi kurallarına tabidir. Ayrıca tamamen elektronik ve yazılım sistemleri ile kontrol edildikleri için dış kaynaklı olarak tedarik edilmeleri stratejik açıdan ve ül-



Haluk Bayraktar, 2000 yılında ODTÜ Endüstri Mühendisliği'nden mezun olduktan sonra Amerika Birleşik Devletleri'nde Columbia Üniversitesi'nde aynı alanda yüksek lisans eğitimini tamamladı. Akabinde Boğaziçi Üniversitesi'nde işletme alanında doktora çalışmalarına başladı. 2004 yılı içerisinde özgün ve milli insansız hava aracı sistemleri geliştirilmesine yönelik çalışmaların tasarım, prototip üretim, seri üretim, teslimat, eğitim ve lojistik aşamalarında mühendislik yöneticiliği görevini yürüttü. Halen Baykar Makina bünyesinde genel müdür olarak görev yapıyor.



Selçuk Bayraktar, 2002 yılında İTÜ Elektronik Mühendisliği'nde lisans, University of Pennsylvania'da yüksek lisans öğrenimini tamamladı. Yüksek lisans çalışmaları insansız hava araçlarının formasyon uçuşu üzerineydi ve 2003 yılında dünyada ilk kez mini İHA sistemleri ile havada otomatik formasyon uçuşunu gerçekleştirdi. Massachusetts Institute of Technology'den ikinci yüksek lisans derecesini aldı. Halen Georgia Tech'de insansız helikopter sistemlerinin otomatik pilot desteği ile agresif manevra yapma kabiliyeti üzerine doktora çalışmalarına devam ediyor. Ayrıca Baykar Makina'da Ar-Ge liderliği görevini yürütüyor.



Yazılım

Mekanik

Robotik ve Kontrol

Yazılım

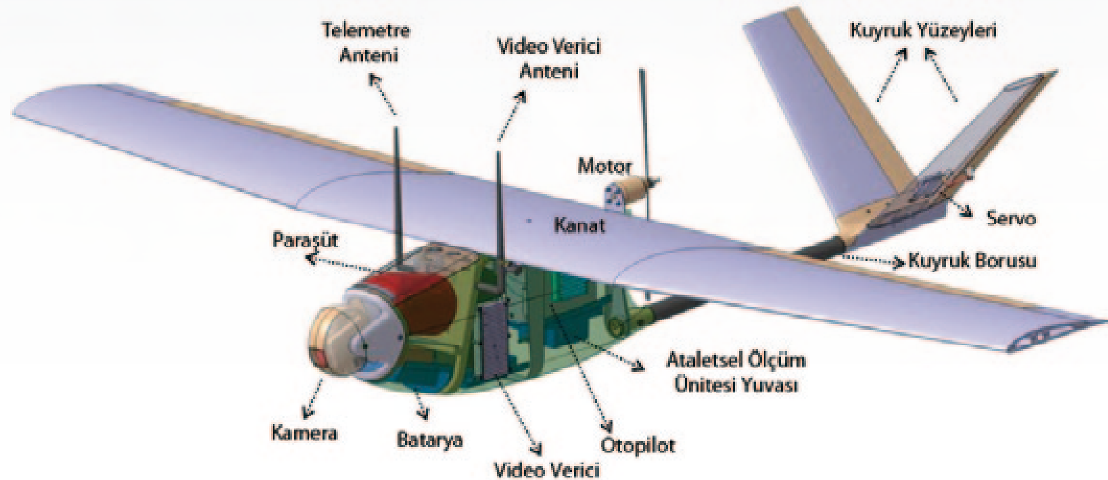
Uçak



kemizin savunma teknolojisi alanındaki bağımsızlığı bakımından ciddi olumsuzluklar doğurur. İHA'lar tamamen bilgisayar kontrolü ile uçuş yapar. Uçuş kontrol bilgisayarı içerisindeki sayısal işlemcilerde yazılım kaynak kodları makine diline çevrilmiş olarak bulunur. Yurtdışından hazır şekilde alınan İHA sistemi bilgisayarları içerisindeki yazılım kodlarına erişim kapalıdır; bu yazılım kodlarının arasında hava aracını işlevsiz hale getirecek, hatta aracı aleyhimize kullanılabilir duruma dönüştürebilecek zararlı kodların bulunma riski vardır. Yüz binlerce, milyonlarca yazılım kaynak kod satırı içinde sadece iki satır tutan bir kod, hava aracını işlevsiz hale getirebilir.

Örneğin:

IF (IHA_Enlem < 42 veya IHA_Enlem > 36 ve IHA_Boylam > 26 veya IHA_Boylam < 45) Then Fonksiyon_Ucusu_Sonlandir () koduyla hava aracı sadece Türkiye sınırlarında uçuş yapabilir, bir sınır dışı operasyonda yazılım kaynak koduna erişim olmadığından sebebini tespit edemeyeceğimiz bir şekilde uçamaz hale gelebilir. Silahlı Kuvvetlerimizin havadan keşif ve istihbarat alanındaki yoğun ihtiyaçları ve konunun stratejik önemi bu tip sistemlerin yüzde yüz yerli mühendislik çalışması yapılarak geliştirilmesini zorunlu kılar. Ülkemizde özellikle 2004 yılından sonra özgün ve milli İHA sistemleri geliştirilmesi konusunda önemli kararlar alınmıştır. Kritik bileşenler arasında yer alan yazılımların ve elektronik sistemlerin tamamen yurtiçi beyin sermayesi ile geliştirilmesi şart koşulmuştur. Bu kararla birlikte ülkemizde ilk yerli İHA sistemleri geliştirilerek hizmete sunulmuştur. Bunların arasında 200 adet üretilen, 20.000'in üzerinde uçuş sortisine ulaşmış Bayraktar Mini İHA, dünyada ilk kez ülkemiz tarafından kullanılan mini robotik bir helikopter olan Malazgirt İHA ve 14 saat uçuş süresi, 500 kg kalkış ağırlığı ile taktik sınıfı Bayraktar-Çaldıran İHA sistemleri yazı kapsamında sunuluyor.





Bayraktar Mini İnsansız Hava Aracı

Bayraktar üç yaşında bir mini insansız hava aracı. Onu farklı kılan hava aracı tasarımının, otopilot güdüm kontrol sistemlerinin, yer kontrol istasyonunun ve komuta kontrol elektronik donanım ve yazılım sisteminin milli ve özgün olması. Mini İHA özellikle terörle mücadele eden birlikler tarafından yoğun bir şekilde kullanılıyor. Askerimizin kendi hayatını riske atmadan, bulunduğu bölgenin etrafının gözlemlenmesine imkân sağlayan, sırtta taşınabilen, ihtiyaç duyulduğunda kolayca monte edilip uçurulabilen bir sistemdir. Keşif, gözetleme, hedef tespit, teşhis ve tanıma fonksiyonlarını yerine getirebiliyor. Temel olarak hava aracı, yer kontrol istasyonu, yer veri terminali (otomatik yönlenen anten sistemi), gündüz kamera sistemi, gece (termal) kamera sistemi ve destek ekipmanlardan oluşuyor.

Bayraktar elden fırlatıldıktan sonra otomatik kalkış gerçekleştiriyor, tam otomatik uçuş ve paraşüt veya gövde üzerine otomatik iniş yapabiliyor. Gece ve gündüz ayrımı yapmadan uçuyor. Kalkış yaptığı noktadan 1000 metre yükseklikte ve 15 km haberleşme menzili içerisinde hassas bir şekilde hedef koordinatı belirleyebiliyor.

Mini İHA platform gövdesi temel olarak kanat, kuyruk ve kuyruk borusundan oluşuyor. Gece ve gündüz keşif özelliğini sağlayan kameraları bulunuyor. Video verici ve anteni görüntülerin yer kontrol istasyonuna aktarılmasını sağlıyor. Ayrıca yer kontrol istasyonu ile arasında komut kontrol bilgilerinin aktarılmasını sağlayan telemetre anteni var. Veri linkinin frekans atlamalı olması sayesinde karıştırma tehditlerine karşı güvenlik sağlıyor.

Bayraktar iki metre kanat açıklığına sahip. Bu nedenle zor coğrafi koşullar ve meteorolojik şartlar altında çevresel faktörlerden çok daha büyük ebatlı hava araçlarına göre daha fazla etkileniyor. Otopilot sistemi yazılımı içerisinde kaza/kırım riskini en aza indirecek gelişmiş güdüm kontrol algoritmaları, hata koruma sistemleri yer alıyor.

Dağlık bölgelerde yer alan ani sert hava akımı şartlarında viril (dönerek dikine dalış yapma) durumuna girdiğinde otomatik algılama ve virilden kurtarma sistemi var. Yine uçuş esnasında hava aracı elektrik motor sisteminde herhangi bir arıza oluşması veya motorun durması durumunda otomatik stall kontrolü (aracın havada tutunması) devreye giriyor ve hava aracı süzülerek rota takibi uçuşunu gerçekleştirebiliyor. Mini İHA sistemi akıllı batarya yönetim algoritması ile uçuş esnasında sürekli olarak sahip olduğu enerji kaynağının kalkış noktasına emniyetli bir şekilde dönmesine yetip yetmediğini hesaplıyor ve yetmediği durumda kullanıcı yetkisinden bağımsız olarak otomatik eve dönüş durumu aktif hale geliyor. Uçuş esnasında haberleşmenin kesilmesi durumunda hava aracı otomatik olarak eve dönüş moduna giriyor. Kalktığı noktaya kullanıcı tarafından belirlenen irtifada uçuş yapıp, sonrasında paraşüt açma irtifasına inip paraşütünü açarak otomatik iniş yapabiliyor.

Sistem operatör ve operatör yardımcısı tarafından çanta tipi yer kontrol istasyonu ve kullanıcı arayüzü yazılımları ile kontrol ediliyor. Uçuş esnasında yer kontrol istasyonu değiştirebilme özelliği bulunuyor. Sunucu/istemci mimarisine sahip olan yer kontrol istasyonu üzerinden uzak merkezlere komuta kontrol ve izleme fonksiyonları aktarılabiliyor.

Mini İHA sistemi Kale/Baykar Makina ortaklığıyla özgün olarak geliştirildi. ABD Silahlı Kuvvetleri tarafından kullanılan Raven ve İsrail Silahlı Kuvvetleri tarafından kullanılan Skylark, Bayraktar ile benzer özelliklere sahip mini İHA sistemleri. Bayraktar dünyada yoğun olarak kullanılan bu sistemlerle karşılaştırıldığında çeşitli açılardan öne çıkıyor. Operasyonel irtifası 1000 m; bu Skylark'ın irtifasının yaklaşık üç katı. 15 km operasyonel menzil ile diğer sistemlerin yine bir adım önünde. Sadece gövde üzerine değil paraşütle de iniş yapabiliyor. Ataletsel ölçüm birimi ile uçuşunu destekliyor. Otomatik algılama ve virilden kurtarma sistemi ile otomatik stall kontrolü diğer sistemlerde bulunmayan özellikler.

Mini İHA sistemi ile geleceğin askeri havacılık teknolojisi olarak değerlendirilen insansız hava araçları teknolojisinde ülkemiz için önemli bir adım atıldı. Stratejik ve teknolojik açıdan böylesine önemli bir konuda Bayraktar ile atılan adım taktik, operatif sınıfı İHA sistemlerinin geliştirilmesi içinde örnek teşkil ediyor.

Helikopterler uçaklara nazaran mekanik yapısı, hareketli aksam parçalarının fazla, uçuş stabilizesinin düşük olması nedeniyle daha komplike sistemlerdir.

Malazgirt Döner Kanat Hava Aracı Sistemi

Helikopterler uçaklara nazaran mekanik yapı, hareketli aksam parçalarının fazla olması, uçuş stabilizesinin düşük olması nedeniyle daha komplike sistemlerdir; ancak dikine uçuş, havada asılı kalarak uçuş kabiliyeti ve benzeri birçok uçuş avantajına sahiptir. Söz konusu avantajların değerlendirilmesi düşüncesiyle yoğun geliştirme faaliyetleri sonucunda Malazgirt adı verilen mini sınıfı helikopter İHA sistemi geliştirilmiştir.

Helikopter pilotluğu aynen askeri jet uçaklarının pilotajında olduğu gibi hassasiyet, meleke gerektiren ve uçuş esnasında sürekli dikkat isteyen bir iştir. Bunun en temel sebebi bu hava araçlarının uçuş kararlılığının düşük olmasıdır. Pilotlar normalde saniyede en fazla üç kere hava aracına kumanda verebilir. Bu nedenle gelişmiş helikopterler ve jet uçaklarına yerleştirilen uçuş bilgisayarları pilotun bir saniye içerisinde vereceği kumanda komutunun yüzlerce kat fazlasını üreterek âdeta uçuş esnasında pilota yardımcı olur. Malazgirt İHA sistemi ise özgün geliştirilen otopilotu ile pilot ihtiyacı olmadan tamamen otomatik bir şekilde kendi dengesini sağlayabilir, kullanıcının harita ekranı üzerinden belirlediği noktalara otomatik uçuş yaparak belirlenen koordinatlara otomatik iniş yapabilir.


Malazgirt döner kanat hava aracı

Bayraktar-Çaldıran Taktik İnsansız Hava Aracı Sistemi

Mini sınıfı sistemlerin özgün bir şekilde geliştirilmesi ile elde edilen mühendislik tecrübeleri, üretilen elektronik üniteler, yazılım sistemleri ile daha büyük ölçekte, uçuş süresi ve irtifa açısından daha yüksek değerlere sahip taktik sınıfı İHA sistemi geliştirme çalışmasının önünü açmıştır. Piste iniş kalkış özelliği ile gövde yapısı yeni nesil hava araçlarında kullanılan karbon fiber, kevlar ve benzeri kompozit malzemelerden oluşuyor. Hava aracı üzerinde pilot kabini bulunmamasından dolayı gövde de kanat gibi aerodinamik olarak kaldırma özelliğine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Hava aracının en kritik bileşeni olan uçuş kontrol bilgisayarı paralel yedekli sistem mimarisine uygun olarak sayısal işlemci üniteleri, motor kontrol üniteleri, ataletsel ölçüm ve benzeri sensör üniteleri yedekli olacak şekilde geliştirilmiştir. Uçuş kontrol bilgisayarı içerisinde yer alan ve özgün olarak geliştirilen uçuş kontrol yazılım sistemi, hava aracını hangardan çıktığından itibaren pist başına kadar otomatik bir şekilde kalkış pozisyonuna getirmekte, araca otomatik olarak kalkış, uçuş ve iniş yaptırmaktadır. Hava aracı içerisinde yer alan altı adet yakıt tankının toplamda 200 litre yakıt kapasitesi vardır; araç uçuş esnasında otomatik yakıt dengeleme sistemini kullanarak 14 saat uçabilir.



Merkezden komuta, kontrol ve izleme işlemleri için çapraz yedekli yer kontrol istasyonu sistemi geliştirilmiştir. Sistem ilk uçuş denemesini 8 Haziran 2009 tarihinde Keşan Havalimanı'nda gerçekleştirmiştir. Kaza ve kırım yaşanmadan ilk denemede başarıya ulaşılmasındaki en önemli etken, uçuş testleri öncesinde proje kapsamında geliştirilen donanım çevrimli simülatör sistemi ile elektronik donanım ve yazılım sistemlerinin ayrıntılı bir test sürecinden geçmiş olmasıdır. İlk uçuş 15 dakika kadar sürmüştür. Takip eden test uçuşlarında tam otomatik taksi, otomatik kalkış, uçuş ve iniş aşamaları defalarca test edilmiştir. 6000 metre (19.500 fit) irtifada uçuş ve sekiz saat havada kalış süresi ile ülkemiz havacılık tarihi açısından rekor sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan Ar-Ge faaliyetleri sonucunda ortaya konan uçuş performansları ile birlikte artık ülkemizde bu çapta İHA sistemlerinin de tüm mühendislik aşamaları ile gerçekleştirilebildiği gösterilmiş ve teknolojik açıdan da birçok yönüyle rakiplerinden daha üstün bir ürün sergilenmiştir.

Bugüne kadar yürütülen Ar-Ge faaliyetleri sonucunda farklı kategorilerde geliştirilip ürün haline getirilen İHA sistemleri ile ülkemiz havacılığı açısından stratejik kazanımlar elde edilmiştir. Havacılık teknolojisinde yaşanan çağ dönüşümünü milli ve özgün teknoloji ile son noktada yakalayarak dünya ölçeğinde en ileri sistemleri dış ülkelere bağımlı kalmadan geliştirebiliyoruz. Mühendisler olarak en büyük temennimiz böylesine kritik bir teknolojiye topyekûn milli bir irade ile sahip çıkılarak bu alanda ülkemizin en ileri noktaya ulaşmasıdır.

Kaynaklar
http://www.baykarmakina.com/tr/bayraktariha
http://www.avinc.com/uas/small_uas/raven/
http://www.elbitsystems.com/elbitmain/default.asp
http://www.baykarmakina.com/tr/malazgirtiha

Gürkan Çetin

Türk İnsansız Uçak Sistemlerinin En Gelişmişi:

ANKA

Son birkaç yıldır sıkça İnsansız Hava Aracı (İHA) haberleri duyuyoruz.
Bu haberler arasında Türkiye'nin de çeşitli atılımları yer alıyor. Bu atılımlardan biri TUSAŞ tarafından tasarlanan ANKA sistemi. ANKA, görev planına sadık kalarak bir uçuşu başından sonuna kadar kendi (yapay) zekâsıyla gerçekleştiren; bir kalkışta 24 saat gibi insanlı bir uçakta pilotun canını sıkacak kadar uzun bir süre havada kalan bir İnsansız Hava Aracı sistemi.
Bu yazımızda dünyanın en gelişmiş teknolojilerini barındıran insansız uçaklardan biri olarak tasarlanan ANKA Sistemi'ni ve bu sistemin bazı temel teknolojilerini tanıtacağız.



>>>

ANKA Aerodinamik Tasarımı: ANKA uçağının aerodinamik tasarımı projenin imza aşamasında başlatıldıktan sonra bilgisayar hesaplamaları, rüzgâr tüneli testleriyle iyileştirilmiştir. Tasarım ilerledikçe, en iyi performansı sağlamak üzere ve sağlanan performans değerlerine güveni artırmak için daha önce Türkiye'de yapılmayan karmaşıklıkta rüzgâr tüneli testleri yürütülmüştür. Bu testlerde faydalı yüklerin yerleşimleri, ekipmanların yerleşimleri, kanat ve kuyrukla ilgili ayrıntılar netleştirilmiştir. ANKA için düzenlenen rüzgâr tüneli testlerinin sayısı 1200'ün üzerindedir. Bu testlerin 200 kadarı TÜBİTAK SAGE'nin işlettiği Ankara Rüzgâr Tüneli'nde gerçekleştirilmiştir. Uçuş performansı, uçak kararlılığı ve kontrol edilebilirliği için bu testlerin sonuçları titizlikle incelenmiştir. Elde edilen bilgi uçuş testleriyle doğrulanacaktır. Aerodinamik tasarıma ilişkin bir başka çalışma da 1:3,5 oranında ölçekli bir uçan modelin ("Öncü") imal edilip uçurulmasıdır. 2009 yılında gerçekleştirilen uçuşlarla, ANKA'nın temel uçuş özelliklerine benzetim sağlanmıştır.

ANKA Görev Sistemleri

ANKA Sistemi, gerçekleştireceği görevlere yönelik iki önemli görev sistemini barındırıyor.

Görüntü İstihbarat Faydalı Yükü

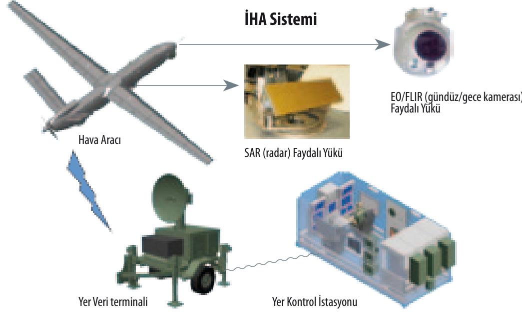
Sistemde yer alan temel görüntü istihbarat algılayıcısı, ASELSAN'ın ASELFLIR 300T ürünüdür. Kısaca, çok yüksek kabiliyetli bir kamera olarak tanımlanabilecek bu faydalı yükle, gece ve gündüz, kilometrelerce öteden insanların ve taşıtların tespiti, tanınması ve takip edilmesi mümkündür. ASELFLIR kendi üzerinde görüntü işleme ve iyileştirme kabiliyetine de sahiptir.

Yapay Açıklıklı Radar (SAR)

Yapay Açıklıklı Radar, radar açıklığının gerçek bir anten yerine, elektronik sinyal hesaplamalarıyla küçük bir (yapay) anten aracılığıyla sağlandığı bir sistemdir. Bu yöntemle SAR sistemindeki küçük boyutlu anten, metrelerce açıklığa sahip bir antenin algılama kabiliyetine sahip olur. Böylece, santimetreler mertebesinde çözünürlüğe sahip görüntüler, hava koşullarından bağımsız biçimde elde edilebilir, yerde hareketli hedefler tespit edilebilir ve arazideki araçların dizilimleri ve hareketleri gece ve gündüz takip edilebilir. Yapay Açıklıklı Radar ile ayrıca çok yüksek çözünürlüklü durağan görüntüler elde edilebilir.

ANKA Yer Kontrol İstasyonu

Yer kontrol istasyonu uçağın ve görev sistemlerinin yönetiminin ve denetiminin yapıldığı merkezdir. ANKA Sistemi'ndeki yer kontrol istasyonu birbirinin tüm işlevlerini devralabilen iki özdeş konsola sahiptir. Bu konsollardan birinde uçuşla ilgili işlemleri gerçekleştiren pilot, diğerinde ise faydalı yükü işleten operatör oturur. Pilot ve operatör, önlerindeki ekranlardan uçak ve görevle ilgili tüm olan biteni izlerler.



Pilot Konsolu: Temel olarak uçuşa dair tüm yönetim ve denetim işlemlerinin yapıldığı arayüzlere sahiptir. ANKA Sistemi'nde pilot konsolunda iki çok işlevli gösterge, iki büyük ekran ve pek çok açma-kapama anahtarı, düğmeler, klavye, levye, pedal gibi girdi cihazı vardır.

Çok işlevli göstergeler aracılığıyla, pilot gelişmiş savaş uçaklarında ya da bankamatiklerdeki gibi ekranın etrafında konumlandırılmış düğmelere basarak, menüler arasında geçiş yapar. Uçağın çeşitli alt sistemlerini yönetir ve bu sistemlerin sağlığını takip eder.

En üstte yer alan ekranda harita görüntüsü üzerinde ANKA uçağının konumu ve planlanmış görevi takip edilir.

Kumanda Girdi Cihazları aracılığıyla pilot uçağa hükmeder. Uçak, pilotun isteğine göre harita üzerinde görev planını güncellemesiyle ya da savaş uçaklarındaki gibi "fly-by-wire" (pilot taleplerini yerine getiren otomatik uçuş kontrol sistemi) yardımıyla uçurulur.

Operatör Konsolu: Operatör konsolu faydalı yüklerin yönetim ve denetimini sağlar. Hem ASELFLIR300T, hem de Yapay Açıklıklı Radar görüntüleri konsoldaki ekranlarda incelenebilir.

Haberleşme Sistemi: İnsansız uçak sistemlerinde uçak ile yerdeki işletici arasında veri aktarımı çeşitli antenler aracılığıyla gerçekleşir. Her yöne yayın yapan "omni" (yönsüz) antenler ve belirli bir doğrultuda yayın yapan yönlü antenler, antenler arasında çizilecek görüş hattında dağ veya başka bir cisim olmadığı sürece iletişimi kesintisiz sağlar.

İnsansız uçaklar dünyasında görüş hattını dağlık bir arazinin kapatması durumuna karşı iki farklı çözüm yöntemi uygulanır. Bunlardan birisi veri aktarma (röle) istasyonu kurmak, diğeri ise kalıcı bir çözüm sunan "uydu haberleşmesi"ni kullanmaktır.

Bir Uçak Olarak ANKA

İnsansız uçaklar için dünyada oturmuş bir ruhsatlandırma (sertifikasyon) temeli olmadığı için, TUSAŞ bu konuda Türkiye açısından atılımcı bir karar alarak, ANKA'nın tasarımında NATO üyesi ülkeler arasında kabul gören STANAG 4671 yönetmeliğini rehber almıştır. Bu nedenle, ANKA'nın sivil hava sahasında diğer insanlı uçaklarla birlikte uçabilmesi için sağlam bir altyapı kazanılmıştır. Son yıllarda dünyadaki diğer insansız uçak geliştiren şirketlerin de bu yaklaşıma yönelmesi şaşırtıcı değildir.

ANKA, sahip olduğu çoklu-yedekli mimarisi sayesinde emniyetli bir görev ve uçuş sağlamaktadır. İşlevler, birbirinin yedeği olarak görev yapan donanımlara atandığı için sistemin bir unsurunda oluşan hata uçuş emniyetini tehlikeye atmaz.

Aerodinamik Tasarım: ANKA'nın aerodinamik tasarımı benzerlerinin en iyi özelliklerini bünyesinde birleştiriyor. Formula-1 arabalarındaki üstün aerodinamik tasarım çalışmalarından yararlanılması bunlara örnek olarak verilebilir. Üstten kanatlarının özel aerodinamik tasarımı en az yakıtla en fazla mesafe uçmayı sağlarken, arkadan itişli olması gövde ve kanatlar üzerinde temiz bir hava akışı sağlamakta. V harfi biçimindeki kuyruğu ise hem görünürlüğü azaltmakta hem de sıradan tasarımlara kıyasla daha hafif bir yapıya izin vermektedir.

Elbette bu tasarım seçimlerinin uygulanması sırasında, birbiriyle uyumlu olarak pek çok farklı bilim sahasındaki tasarım ve analiz sonuçları değerlendirildi. Yapılan eniyileme çalışmaları sonucunda ANKA, sahip olduğu biçime kavuştu.

Yalnızca iniş ve kalkış sırasında açılan ve uçuş sırasında gövde içine saklanan iniş takımları aerodinamik sürüklemeyi azaltmak için alınan düzinelerce önlemden biridir.

Uçak Yapısı: ANKA yapısında kullanılan malzeme büyük oranda reçineyle güçlendirilmiş karbon elyaflarından oluşmaktadır. Yer yer alüminyum ve çelik de kullanılmıştır. Uçuş hayatı boyunca karşılaşacağı uçuş yüklerine dayanacak şekilde en hafif tasarıma ulaşılmıştır.

Uçak Sistemleri

İtki sistemi: ANKA'nın ihtiyaç duyduğu itkiyi, 155 beygir gücüne sahip dizel çevrimli bir motor ve ona bir dişli mekanizmayla bağlı olan pervane sağlıyor. Üç bıçaklı pervanenin çapı 1,9 metre ve bu pervanenin değiştirilebilir hatvesi motor kontrol birimi tarafından ayarlanarak, her uçuş koşulunda en yüksek verimle çalıştırılabiliyor.

Yakıt Sistemi: Gece ve gündüz görev yapabilen ANKA uçağının ihtiyaç duyduğu yakıt miktarı 300 kg'dır. Yakıt ekonomisi olarak ANKA'daki harcama oranı, standart bir sedan otomobilin harcama oranına yakındır. 24 saatte kabaca 300 kg yakıta ihtiyaç duyan ANKA, ortalama olarak yine kabaca 200 km/saat süratle yol alıyor. Basit bir hesapla 100 km'de 7,9 lt ortalama yakıt tüketimi söz konusudur.

İniş Takımları: ANKA sisteminin sahip olduğu iniş takımları pek çok yeni tasarım özelliğini bünyesinde barındırıyor. Tamamı elektrik motorlarıyla sürülen katlama mekanizmaları ve fren sistemi bunların başında geliyor. Yapısal yaylar, iniş sırasında oluşan şoku emiyor ve gövdeye daha düşük yük aktarılmasını sağlıyor. Burun iniş takımında yer alan yönlendirme mekanizması sayesinde, yerdeki hareket sırasında uçağın kontrol edilmesi mümkün oluyor.

Elektrik Sistemi: ANKA hava aracında yer alan elektrik gücü dağıtım sistemi pek çok İnsansız Hava Aracı (İHA) üreticisini kıskandıracak akıllı kabiliyetlere sahip. Elektrik çeken her bir cihaz uzaktan açılıp kapatılabiliyor, gereğinden fazla akım çeken birimler yüksek akıma karşı korunuyor. Normal durumlarda motora bağlı alternatörlerden beslenen elektrik şebekesi, motor arızası gibi acil durumlarda yedek enerji kaynaklarından besleniyor. Acil durum şebekesi ise hava aracını yarım saatten uzun süre uçurmaya yetiyor.

Buzdan Koruma Sistemi: Her türlü hava koşulunda görev yapma kabiliyetine sahip ANKA uçağında, özellikle kanat ve kuyruk hücum kenarları buzdan koruma sistemiyle donatılmıştır. Elektroatımlı sistem, elektrik akımı verilmesiyle ani hareketlerle darbe oluşturulması mantığıyla çalışıyor. Böylece kanat üzerinde oluşan buz, kritik kalınlığa gelmeden çok önce kırılabiliyor. Bu sistemin, çözücü sıvı taşıyan sistemlere kıyasla sınırsız süre çalışabilme ve daha hafif olması gibi avantajları var. Ayrıca, diğer sistemlerde görülen yeniden donma sorunu bu sistemle gündeme gelmiyor.

Işıklandırma Sistemi: ANKA Sistemi standartlara uygun ışıklandırma sistemiyle donatılmıştır. Işıklar gizlilik gerektiren hallerde kapatılabilmektedir.

Çevresel Kontrol Sistemi: Uçak gövdesi, içindeki cihazların sıcak koşullardan korunması için içerideki sıcak havayı dışarıya atan ya da soğuk koşullarda giriş kapaklarını kapatarak içeride ısının korunmasını sağlayan sistemle donatılmıştır. Sistem, barındırdığı çeşitli fanları ve açılır kapanır kapakları kontrol etmektedir.

Hareketlendiriciler: Uçakta yer alan kontrol yüzeyleri ve hareketli diğer tüm mekanizmalar, elektromekanik hareketlendiricilerle sürülmektedir.



D2



Aviyonik Sistemler

Uçuş Kontrol Sistemi: Algılayıcılar, bilgisayarlar ve bu bilgisayarlarda koşan yazılımdan oluşur. Uçağın kalkışından inişine kadar geçen süreçte görev ve uçuş icrasına yönelik kontrol yüzeyleri, uçak sistemleri gibi bileşenlerin çalışmasını sağlar.

Hava Veri Sistemi: Uçuş koşullarıyla ilgili hava verilerini (hız, irtifa, dış hava sıcaklığı ve uçak etrafındaki akışın açıları gibi) sağlar.

Haberleşme Sistemi: Yer ile uçak arasında karşılıklı veri aktarımını sağlayan, ANKA Sistemi için özel olarak geliştirilmiş yedekli görüş hattı haberleşme sistemi vardır.

Uzak Arayüz Birimleri: Uçak üzerinde çeşitli analog ve sayısal sinyaller sürekli haberleşme gerektirmektedir. Bunların merkezi kontrol bilgisayarının anlayacağı protokole dönüştürülmesi işlemi uzak arayüz birimleriyle gerçekleştirilmektedir. ANKA Sistemi, özgün tasarlanmış, yüksek kapasiteli, neredeyse sektörde kullanılan tüm standart arayüzlere uyumlu arayüz birimlerine sahiptir.

Otomatik Uçuş Kontrol Sistemi: Otomatik uçuş kontrol sistemi seyrüsefer algılayıcılarını, uçuş kontrol algılayıcılarından gelen verileri, uçuş kontrol bilgisayarlarında koşan yazılım aracılığıyla işleyerek gerekli kontrol komutlarını üretir. Böylece pilot, sağanak, rüzgâr vb sorunlarla baş etmek zorunda kalmaz, uçağı götürmek istediği noktayı ya da etrafında turlamak istediği bölgeyi görev planında belirtmesi yeterli olur.

Otomatik İniş ve Kalkış Sistemi: ANKA Sistemi, uçağın otomatik iniş ve kalkış kabiliyetine sahiptir.



Gürkan Çetin, İstanbul Teknik Üniversitesi Uçak Mühendisliği Bölümü'nü 2002'de, aynı üniversitenin Uçak ve Uzay Mühendisliği Yüksek Lisans programını 2006'da tamamlamıştır. 2005-2006 yılları arasında İTÜ Rotorlu Taşıtlar Araştırma Merkezi'nde helikopter aerodinamiği ve insansız helikopterler konusunda çalışmıştır. 2006'da TUSAŞ İHA Sistemleri Mühendislik Müdürlüğü'nde Özgün Türk İnsansız Hava Aracı Geliştirme Programı'nda Hava Aracı Lideri olarak göreve başlamıştır. Halen aynı müdürlük bünyesinde Hava Aracı Genel Tasarım Liderliği görevini sürdürmektedir.

Oğuzhan Vıcıl

Dr., Bilimsel Programlar Uzmanı, TÜBİTAK Bilim ve Toplum Daire Başkanlığı

Duyu Kaybına Karşı Beynin Yeniden Yapılanması

Bir duyunun doğuştan eksik olması veya sonradan kaybedilmesi durumuna eşlik eden diğer duyusal yeteneklerdeki artış olgusunun temelinde ne var? Örneğin doğuştan görme engelli birisinin işitsel ve dokunsal yetilerinin, herhangi bir görme problemi olmayan kişilerinkine kıyasla daha hassas ve gelişmiş olmasının bilimsel açıklaması nedir? Bunun nedeni, duyunun kaybedilmesiyle kişinin diğer uyaranlara daha fazla dikkat etmeye ve sonuçta işlevsel duyularını daha verimli kullanmaya başlaması mıdır? Yoksa kişinin diğer duyulara daha fazla bağımlı olması ve onları daha çok kullanması dolayısıyla işlevsel duyularla ilgili sinir sisteminin daha fazla gelişmiş olması mı? Ya da tüm bunların dışında merkezi sinir sisteminin bu değişikliklere karşı farklı bir uyum mekanizması mı var?

Bilim insanlarınca bu soruların geçerliliğine dair birçok çalışma ortaya konduysa da bu olgu hâlâ tam olarak açıklanabilmiş değil. Son zamanlarda gerçekleştirilen bazı çalışmalarsa belirli bir duyunun kaybında diğer duyulardaki gelişme mekanizmasıyla ilgili çok önemli ipuçları sunuyor.

Sağırlık ve Üstün Görme Yeteneği Arasındaki İlişki

Western Ontario Üniversitesi'nden Stephen Lomber liderliğindeki bir ekip tarafından gerçekleştirilen ve sonuçları Ekim ayında *Nature Neuroscience* dergisinin internet baskısında yayımlanan bir çalışma, doğuştan sağır olan kedilerin birtakım periferal görüş yeteneklerinin duyma yetisine sahip kedilere oranla daha üstün olduğunu ortaya koydu. Araştırmacılar bunun nedeni olarak, doğuştan sağır olan kedilerde periferal duymayla ilgili beyin korteksinin, yeniden yapılanma sonucu periferal görmede kullanılmaya başlamasını gösteriyorlar. Lomber'ın ifadesiyle, beyin mümkün olduğunca verimli çalışmaya programlandığından, işitme duyusunun kaybı karşısında, bu eksikliği telafi etmek amacıyla işitsel korteksini görsel duyuları daha da güçlendirmek için kullanmaya başlıyor.

Periferal görüş, gözün odaklandığı alanın çevresindeki kısımla ilgilidir. Bu yeti insanlarda, hayvanlarda olduğu kadar gelişmemiştir.

Bu nedenle, görme alanımızda kenarlara düşen cisimlerin varlığını ve hareketlerini algılayabilsek de şekillerini ve renklerini ancak onlara odaklandığımızda belirleyebiliriz.

Bu çalışmayı destekleyen bir diğer güncel araştırma Sheffield Üniversitesi'nde gerçekleştirildi. *Developmental Science* dergisinin Kasım ayı internet baskısında sonuçları yayımlanan araştırmada, doğuştan sağır olan kişiler ile duyabilen kişilerin periferal görme gelişmeleri karşılaştırıldı. Çalışma kapsamında yaşları 5-15 arasında değişen iki grup ele alındı. İlk grup doğuştan sağır olan ve herhangi bir koklear (iç kulak salyangozuyla ilgili) implantasyon yapılmamış 25 kişiden oluşturulurken, ikinci grupta sağlıklı duyma yeteneği olan 64 kişi yer aldı. Her iki grup da keskin görme yetilerine sahip bireylerden seçilmişti. (< 0.200 LogMAR).

Özel olarak tasarlanmış bir gri akrilik yarıküre üzerine yerleştirilen 96 adet LED'den oluşan bir düzenekle yapılan deney oldukça ilginç bulgular ortaya çıkardı. Buna göre, ilk grupta olup yaşları 5 ila 10 arasında değişen çocukların, periferal görüş alanındaki ışık uyaranına aynı yaş aralığında olan ikinci

gruptakilere göre daha geç tepki verdikleri gözlemlendi. Yaşları 11 ve 12 arasında değişen her iki gruptakilerin bu uyaranlara eşit sürede tepki verdikleri gözlemlenirken, ilk grupta olup yaşları 13 ile 15 arasında değişen gençlerin ikinci gruptaki yaşıtlarına göre daha hızlı tepki gösterdikleri saptandı. Bu sonuçlara göre, doğuştan sağır olan kişilerin periferal görüş kabiliyetleri işitsel açıdan sağlıklı olan çocuklarınkine nazaran çocukluk evresinde daha zayıf oluyor. Buna karşın ilerleyen yıllarda, sağır olan kişilerde bu yetenekler daha fazla gelişiyor ve nihayet yaşıtlarına göre daha gelişmiş periferal görüşe sahip oluyorlar.

Doğuştan sağır olan kişilerin geniş görme alanlarında dikkat ve çeviklik gerektiren işleri daha kolay yapabileceği anlamını da taşıdığından, bu bulguların oldukça ilginç sonuçları olabilir. Kesin cevabı takip eden bilimsel çalışmalar verecek.

Körlük ile Üstün İşitsel ve Dokunsal Yetiler Arasındaki İlişki:

Kaliforniya'daki UCLA Nöroloji Bölümü araştırmacıları, gerçekleştirdikleri güncel bir çalışmayla körlüğün beyinde yapısal değişikliklere sebep olduğunu ortaya koydular. Ocak ayında *NeuroImage* dergisinde sonuçları yayımlanan bu çalışmada araştırmacılar Tensör-Tabanlı Morfometri (TBM) olarak adlandırılan özel bir teknik kullandılar. Bu teknik beyin hacmindeki en küçük değişiklikleri bile saptamaya yarıyor ve hacimsel genişleme-sıkışmaların üç boyutlu profilini çıkarabilen görüntüleme tekniklerinin en iyilerinden birisi olarak dikkat çekiyor. Çalışma kapsamında, beyindeki yapısal değişiklikleri incelemek amacıyla üç farklı grup oluşturuldu. İlk grupta görme yetisini 5 yaşından önce kaybedenler, ikinci grupta görme yetisini 14 yaşından sonra kaybedenler ve diğer grupta ise sağlıklı görme yetisine sahip kişiler yer aldı. Çalışmanın sonuçlarına göre ilk iki gruptaki ağma deneklerin görmeyle ilgili beyin bölgeleri, hacimsel açıdan üçüncü gruptaki görebilen deneklere oranla daha küçük.

Buna karşın görmeyle ilgili olmayan beyin bölgelerinde bunun tersine bir durum olduğu ve kör olan kişilerde bu bölgelerin hacimce daha büyük olduğu saptandı. Çalışmanın bir diğer ilgi çekici bulgusu ise, ilk iki gruptaki kör olan denekler karşılaştırıldığında, hacimsel artış ve azalışların oranının körlüğün oluşma zamanıyla büyük ölçüde ilişkili olduğu ortaya çıktı. Çalışmada yer alan araştırmacılardan Natasha Lepore'ye göre bu sonuçlar, görme duyusunun kaybedilmesi gibi önemli durumlarda beynin olağanüstü plastisitesini ve yeniden organize olabilme yeteneğini gösteriyor. Özellikle erken bebeklik dönemleri gibi beynin gelişme açısından çok daha esnek olduğu dönemlerde, beyin kaybedilen görme yetisini daha etkin bir şekilde telafi etmeye çalışıyor.

Sonuçları Ekim ayında *Neuron* dergisinde yayımlanan ve Prof. Josef P. Rauschecker liderliğinde yürütülen bir diğer güncel çalışmaya göre ise doğuştan kör olan kişilerin görme duyusuyla ilgili beyin bölgelerinin bazı kısımları, işitsel ve dokunsal duyuları geliştirmek için kullanılıyor. İki kısımdan oluşan bu çalışmanın ilk kısmında deneklerden, takmış oldukları stereo kulaklıktan gelen seslerin uzayda nereden geldiğini bildirmeleri istenirken, ikinci kısımda parmaklarında bir çeşit elektrikli titreşici takılıyken hangi parmaklarının uyarıldığını bildirmeleri istendi. Prof. Josef P. Rauschecker, Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) tekniği kullanılarak gerçekleştirdikleri çalışmanın sonuçlarına göre, işitsel ve dokunsal aktiviteler sonucunda kör olan kişilerin görsel kortekslerinde görebilen kişilerinkine kıyasla daha fazla etkinlik gözlemlendiğini ifade ediyor. Çalışmada ulaşılan dikkat çekici bir başka bulgu da kör olan kişilerde uzaysal konumları belirlemedeki başarı oranı arttıkça, uzaysal konumla ilgili görsel korteks modüllerinin daha fazla etkin olması.



Tüm bu çalışmalar ve elde edilen bulgular gösteriyor ki insan beyni çok karmaşık bir yapı ve beyin hakkında hâlâ bilmediğimiz pek çok şey var. Beyin, duyu kaybı gibi katastrofik durumlarda bile duruma uyum sağlamaya çalışıyor; normal şartlarda atıl durumda kalması beklenen beyin bölgelerini diğer duyuların yardımına yönlendiriyor ve bu sayede duyu kaybından kaynaklanan zararı başka duyuları güçlendirerek azaltmaya çalışıyor. Bu gelişmeler uygulamaya dönük birçok olasılığı da beraberinde getiriyor. Belirli bir duyunun eksikliğiyle doğan veya sonradan duyu kaybına uğrayan kişiler, belki de yakın bir gelecekte geliştirilebilecek özel cihazlar yardımıyla diğer duyularını daha da verimli kullanmaya başlayabilecek ve böylece yaşam kalitelerini arttırabilecekler. Bu amaca yönelik çalışmalar şimdiden başladı bile. Görünen o ki bilimsel çalışmalar sürdükçe, bu harikulade organ bizi daha çok şaşırtacak!

Kaynaklar

Lomber, S. G. ve diğerleri, "Cross-modal Plasticity in Specific Auditory Cortices Underlies Visual Compensations in the Deaf," *Nature Neuroscience*, 13:11, (Kasım 2010): 1421-1427 (internet baskısı: 10 Ekim 2010).

Codina, C. ve diğerleri, "Deaf and Hearing Children: A Comparison of Peripheral Vision Development," *Developmental Science* (internet baskısı: 4 Kasım 2010).

Lepore, N. ve diğerleri, "Brain Structure Changes Visualized in Early- and Late-Onset Blind Subjects," *NeuroImage* 49: 1(2010: 134-140.

Renier, L.A. ve diğerleri, "Preserved Functional Specialization for Spatial Processing in the Middle Occipital Gyrus of the Early Blind," *Neuron* 68: 1, (6 Ekim 2010): 138-148.

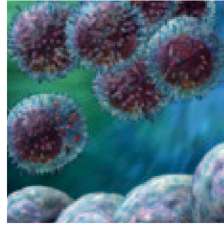
Özlem İkinci

Dr, Bilimsel Programlar Uzmanı, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Bağışıklık Sistemi: Dost mu, Düşman mı?

>>>

Hastalıklara karşı bizi korumaya programlanmış bağışıklık sistemimiz, bazı durumlarda bir "otoimmün hastalık" sürpriziyle karşı karşıya kalmamıza neden olabiliyor. Yüzden fazla çeşidi olan otoimmün hastalıklar, özellikle endüstrileşmiş ülkelerde, kalp damar hastalıkları ve kanserden sonra en yaygın görülen hastalıklar arasında. Besinlerimizde bulunan kimyasal gıda katkı maddeleri ya da zirai ilaçlar gibi çevresel etkenler de özellikle genetik olarak otoimmün hastalıklara yakalanma riski yüksek kişilerde etkili olabiliyor.



Sağlıklı bir bağışıklık sisteminin, vücut hücreleriyle yabancı hücreleri ayırt etmek konusunda olağanüstü bir yeteneği vardır. Ancak bağışıklık sisteminde meydana gelen sorunlar nedeniyle kendi vücut hücrelerini ya da dokularını bir "yabancı" olarak algıladığında sistem onları yok etmeye çalışıyor. Sonuç ise otoimmün hastalıklar...

Otoimmün hastalıklar başta kalp, beyin, sinir sistemi, kas, deri, gözler, eklemler, böbrekler, sindirim sistemi, akciğerler, salgı bezleri olmak üzere vücudun hemen her bölgesini etkileyebiliyor. Otoimmün hastalıkların klasik belirtisi yangılı (enflamatuvar) tepkidir. Dokularda ısınma, kızarma, şişme ve iltihaplanma yangının başlıca göstergelerindendir.

Bağışıklık Sistemi Hata Verirse

Otoimmün hastalıklar organa özgü ve organa özgü olmayan olmak üzere iki farklı tipte ortaya çıkıyor. Organa özgü olmayan otoimmün hastalıklarda bağışıklık sistemi, vücudun farklı organlarına, dokularına ya da hücrelerine ayrım gözetmeksizin tepki gösteriyor ve vücudun birkaç organına birden hasar verebiliyor. Gözlerde ve tükürük bezlerinde oluşan hasarlar sonucunda ağız kuruluğuna neden olan Sjogren sendromu, üst ve alt solunum yollarını ve böbreği etkileyen Wegener granülomatozisi, böbreklerde, akciğerlerdeki küçük hava keseciklerinde iltihaplanmaya ve anemiye sebep olan Goodpasture sendromu organa özgü olmayan otoimmün hastalıklara sadece birkaç örnek. Organa özgü otoimmün hastalıklarda ise bağışıklık sistemi özel bir hücreyi, dokuyu ya da organı hedef olarak seçiyor ve ona karşı tepki oluşturarak hasara neden oluyor. Bağırsak iltihaplanması olarak bilinen Crohn hastalığı, ince bağırsak alerjisi olarak bilinen çölyak hastalığı, böbreküstü bezi yetersizliği sonucu oluşan Addison hastalığı, tiroid bezinde meydana gelen iltihaplanma sonucu görülen ve tiroid yetmezliği olarak bilinen Hashimoto hastalığı, göz dokularının hasarı nedeniyle gözde kızarıklık, görmede bulanıklık, ışığa duyarlılık ve göz ağrısı belirtileri gösteren üveit hastalığı organa özgü otoimmün hastalıklardan bazıları.

DNA'nın Bağışıklık Düzenleyici Etkileri: Otoimmün ve Otoenflamatuvar Hastalıkların Belirtilerinin Geriletilmesine Alternatif Biyolojik İlaç

Doç. Dr. İhsan Gürsel,
Bilkent Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

Prokaryotik ve ökaryotik hücrelerde bulunan DNA`nın son yıllara kadar sadece "genetik kodun" depolandığı ve başka bir fonksiyonunun bulunmadığı, "yalın" bir makromolekül olarak işlev gördüğü düşünülmekteydi. Özellikle immünoloji ve moleküler biyoloji alanlarında son yıllarda sürdürülen çalışmalarla DNA`nın bağışıklık sistemi üzerine olan çok karmaşık "immünregülatör" (bağışıklık sisteminin düzenleyici) etkileri de gün ışığına çıkmaya başlamıştır.

Elde edilen yeni bulgular, bu etkilere yol açan faktörleri DNA dizininde bulunan özel motiflere ve DNA'nın elde edildiği kaynağın tipine (prokaryotik veya ökaryotik) bağlamaktadır. Örneğin bakteri DNA'sında memeli DNA'sına oranla çok yüksek sıklıkla bulunan "CpG (sitozin-fosfat-guanozin) motifleri" bağışıklık sistemi tarafından "tehlike sinyali" olarak algılanmakta ve bağışıklık sistemini uyarmaktadır. Memeli bağışıklık sistemi hücreleri üzerinde CpG motiflerini tanımakla görevli almacın da (Toll tipi reseptör 9-TLR9) bulunmasıyla, bu ajanların tedavi amaçlı uygulamaları da yaygınlık kazanmıştır.

Öte yandan, memeli DNA'sının telomerik ucunda bulunan TTAGGG ile tekrarlayan motifler ise CpG motiflerinin aksine, memeli bağışıklık sistemi hücrelerinin etkinleşmesini ve ortaya çıkan birçok sitokin ve kemokinlerin salımını baskılayabilmekte ve bağışıklık sistemini baskılamaya yol açabilmektedir. Laboratuar ortamında sentezlenebilen bu motifler telomerik (TTAGGG) sekansların sorumlu olduğu tüm baskılayıcı özellikleri taşıdığı da anlaşılınca bu dizinlerin immünterapide (vücutta bağışıklık oluşturmak için yapılan tedavi) kullanımının yolu da açılmıştır.

Daha sonraki in vitro hücre kültürü çalışmaları bu baskılayıcı DNA'ların bağışıklık hücrelerinden salınan çeşitli sitokin ve kemokinlerin oluşumunu engellemekte olduğunu gösterirken, eş zamanlı yürütülen in vivo çalışmalar baskılayıcı DNA'nın adjuvan (aşının bağışıklık oluşturma gücünü artıran madde) yollu ya da kolajenle (doku hücrelerinin aralarındaki boşlukları dolduran protein) tetiklenebilen römatoid artirit, sistemik lupus eritematozus (SLE), akciğer yangısı, silikozis, diyabet, toksik şok ve deneysel otoimmün ensefalomiyelit gibi birçok otoimmün hastalığın şiddetini azaltmakta veya belirtilerini ortadan kaldırabilmekte olduğu gösterilmiştir.

Yakın geçmişte araştırma grubumuzun yayınlamış olduğu bir çalışmada ise farelerde ve tavşanlarda endotoksinle tetiklenerek oluşturulan üveit modelinde ilk kez otoimmün ve yangı belirtilerinin birçoğunun hem lokal (gözde) hem de sistemik olarak şiddetini ve sıklığını azalttığı gösterilmiştir.

Sadece kısa sarmallı bir DNA parçası olarak hazırlanan ve hayvanlara enjekte edilebilen bu bağışıklık sistemi baskılayıcı ajan, diğer kimyasal kökenli baskılayıcı ilaçlardan çok faklı bir şekilde bağışıklık hücrelerini baskılamayı gerçekleştirdiğinden, kullanımı sonucunda herhangi bir yan etki oluşturmaması sağlık alanında kullanılabilirliği yönüyle fark yaratmaktadır. İnsan klinik deneylerinin planlanması ile bu

Teşhisi Zor

Otoimmün hastalıkların, hastalığın ilk zamanlarında yeterince belirti göstermemesi nedeniyle teşhisi de oldukça zor. Hastalık tipine bağlı olarak kan testleri, beyin omurilik sıvısı analizi, kasların işlevini test eden elektromiyografi, manyetik rezonans tekniğiyle beynin görüntülenmesi gibi yöntemler kullanılıyor. Bu yöntemlerden, özellikle hastalığın ne aşamada olduğuna dair bilgi edinmek için yararlanılıyor. Ancak otoimmün hastalıkların teşhisinde asıl önemli faktör otoantikorların varlığı ve tespiti. Otoantikor hastalık henüz belirti vermeden önce, hali hazırda vücutta bulunduğundan potansiyel hastalık için iyi bir öngörü işareti olarak değerlendiriliyor. Otoantikorlar kendi vücut dokularına bağlanıp hücre yıkımını başlattıkları için hastadan alınan doku örneğine, hastanın antikorlarının bağlanıp bağlanmadığı test edilerek araştırılabiliyor. Bağlanması otoimmün hastalığın habercisi olarak değerlendiriliyor.

Kadınlarda Daha Sık Rastlanıyor

Bilim insanları genetik, çevresel ve hormonal etkenlerin birleşiminin otoimmün hastalıkların ortaya çıkmasında rol oynadığı konusunda hemfikir. Öncelikle, hastalığın aile bireylerinde de bulunması bu kişilerin hastalıklara karşı genetik olarak yatkın olabileceğinin bir göstergesi olarak değerlendiriliyor. Otoimmün hastalıkların birçoğunun ortaya çıkmasında birden fazla genin rol oynadığı düşünülüyor ve genlerdeki kusurların ya da hataların da otoimmün hastalıklara olan eğilimi arttırdığı vurgulanıyor. Bu nedenle doktorlar bir otoimmün hastalıktan şüphelendikleri hastalarının mutlaka aile öykülerini dinleyerek aile bireylerinde otoimmün hastalık ya da hastalıkların bulunup bulunmadığını araştırıyorlar. Örneğin Graves hastalığı (tiroid bezinin fazla çalışması sonucu oluşan hipertroidizm) ya da Hashimoto hastalığı (tiroid bezinin yetersiz çalışması sonucu oluşan hipotoridizm) olan kişilerin ailelerinde de diğer otoimmün hastalıklardan birinin ya da daha fazlasının ortaya çıkması mümkün olabiliyor. Ya da otoimmün tiroid hastası bir kişide pernisyöz anemi (kötücül anemi), tip 1 diyabet ya da Addison hastalığı (böbreküstü bezi yetmezliği) gibi başka otoimmün hastalıklara rastlamak da mümkün.

Yapılan araştırmalarda otoimmün hastalıkların gelişmesinde genetik faktörlerin %30 oranında, hormonlar, beslenme, ilaçlar, toksinler ve enfeksiyonlar gibi çevresel etkenlerin ise %70 oranında risk oluşturduğu sonucuna ulaşılmış. Yani çevresel etken-

biyolojik kökenli bağışıklık baskılayıcı ajanın klinikte kullanımının uygunluğu belirlenebilecektir.

Üveit, Türkiye'de çok iyi bilinen bir otoimmün hastalıktır. 2007'deki bir çalışmaya göre, görülme sıklığı on binde kırk beş olarak belirtilmektedir. Üveit, gözdeki birtakım hücrelerin, bağışıklık sistemi tarafından sanki vücuda ait değilmiş gibi algılanmaya başlamasıyla oluşuyor. Bu hastalık göz yerine böbrekte veya değişik hücrelerde, dokularda veya organlarda da oluşabiliyor. Üveitte ise gözde oluşan yangı o göz dokusunun fonksiyonunu bozmaya başlıyor. Her atakta göz, belli oranda görme kaybına uğruyor. Bu hastalık ileri aşamalarda körlüğe de yol açabiliyor. Günümüzde üveit gibi otoimmün hastalıkların tedavisinde birçok yan etkilerinin olduğu bilinen ve uzun süre kullanımlarının çok sakıncalı olduğu kanıtlanan immünsüpresif ilaçlarla kontrol altına alınmaya çalışılmaktadır. Bu ilaçlarla çok sınırlı başarılar elde edilebiliyor. Çalışmamızda, baskılayıcı DNA'nın tavşan ve fare gözünde çeşitli proenflamatuvar sitokin ve kemokinlerin salımını azalttığı görüldü. Baskılayıcı DNA'nın sistemik etkisi incelendiğinde, fare dalak ve peritonunundan (karın zarı) izole edilen hücrelerin ürettiği interlükin 6 (IL6), IL12 ve interferon gama (IFNg) gibi çeşitli sitokinlerin oluşumunu azalttığının gösterilmesinin yanı sıra CD40, CD86 gibi çok kritik görevleri olan hücre yüzey aktivasyon markörlerinin de oluşumunu baskıladığı anlaşılmıştır.

Endotoksin ile tetiklenen üveit gibi lokal otoimmün bir hastalığın yanı sıra baskılayıcı DNA'nın Ailesel Akdeniz Ateşi (Familial Mediterranean Fever-FMF) adı verilen hastalıktaki etkileri de yine grubumuz tarafından araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarda FMF hastalarının periferal kan mononükleer hücrelerinin sağlıklı gönüllülerle karşılaştırıldığında daha yüksek oranda proenflamatuvar sitokin salımı yaptıkları ve bazı almaçların (TLR gibi) FMF hastalarında daha yüksek oranda ifade edildiği bulundu. Baskılayıcı DNA'nın bu hücrelerin çeşitli habercilerle uyarıldıklarında oluşturdukları bağışıklık aktivasyonunu bastırabildiğine dair kanıtlar yine grubumuz tarafından bulunmuştur.

İlacın laboratuvarda hayvan deneylerinde başarılı bir performans gösterdiğini belgelemekle bu çalışma, "The Journal of Biological Chemistry" dergisinin Eylül ayı sayısında yayımlanmıştır.

Sonuç olarak sentetik ve çok farklı istenmeyen yan etkileri olan bağışıklık sistemi baskılayıcı ilaçlara alternatif olacak ve neredeyse bilinen hiçbir yan etkisi şu ana kadar gösterilmeyen DNA kökenli bu biyolojik ilacın otoimmün ve otoenflamatuvar hastalıkların şiddeti ya da belirtilerinin azaltılmasına yönelik kullanımı sağlık alanında bir çığır açabilecektir. Bunun için insan klinik çalışmalarının tasarlanıp uygunluğunun belirlenmesi şarttır.

ler genetik olarak otoimmün hastalıklara yatkın kişilerin bu hastalıklara yakalanma olasılığını arttırıyor. Otoimmün hastalıkların birçoğu daha çok kadınlarda görülüyor. Bu konudaki tahminler şeker hastalığı, ankilozan spondilit (omurgayı etkileyen romatizmal hastalık) gibi daha sık erkeklerde görülen otoimmün hastalıkların dışındaki diğer otoimmün hastalıklara sahip kişilerin %80'ini kadınların oluşturduğu yönünde. Beslenme, ilaç ya da cilt için kullanılan ürünlerle alınan hormonlar, vücut tarafından üretilen östrojen ve androjen gibi hormonların otoantikor üretimini ve bağışıklık hücrelerinin çoğalmasını etkiliyor.

Besinlerimizde bulunan kimyasal gıda katkı maddeleri ya da zirai ilaçlar gibi çevresel etkenler de özellikle genetik olarak otoimmün hastalıklara yakalanma riski yüksek olan kişilerde etkili olabiliyor. Örneğin Amerika'da ve Batı Avrupa'da artan otoimmün tiroid hastalığının artan iyotlu tuz kullanımıyla ilgili olduğu düşünülüyor. İyot tiroid hormonunun öncü maddesi olan troglobüline bağlanarak bağışıklık sistemi için tiroid bezi hücrelerinin hedef haline gelmesine neden oluyor. Ardından triglobüline karşı otoantikorlar sentezleniyor ve tiroid bezinde kızarıklık, şişme ve iltihap oluşumuyla yangı ortaya çıkıyor.

Mikroorgamizmalar da otoimmün hastalıkların gelişmesinde uzun zamandır önemli bir etken olarak düşünülüyor. Örneğin şeker hastalığının Coxsackie virüs (enterovirüs grubuna ait virüs) ve Sitomegalovirus (herpesvirus ailesi üyesi) enfeksiyonlarıyla, multiple sklerozun Epstein–Barr virüs enfeksiyonlarıyla, kalp kası iltihabının gene coxsackievirüs ve sitomegalovirus enfeksiyonlarıyla ilişkili olduğu biliniyor. Enfeksiyonlar ve otoimmün hastalıklar arasındaki bağlantı moleküler benzerlik mekanizmasıyla açıklanıyor. Mikrobiyal antijenlerin vücudun kendi antijenlerine benzemesi bağışıklık sisteminin bu antijenlere karşı da tepki oluşturmasına neden oluyor. Bu kurama göre bir kez bu yolla oluşan otoimmün tepki daha sonra diğer çevresel tetikleyicilere maruz kalındığında bağımsız olarak sürüyor. Bu yüzden kendi kendine yenilenebilen ve geri dönüşü olamayan bir süreç olduğu düşünülüyor.



Bağışıklık Toleransı

Normal koşullarda bağışıklık sisteminin vücudun kendi doku ve hücrelerini tanıyıp onları yabancı antijenlerden ayırt edebilmesi bağışıklık toleransı olarak tanımlanıyor. Gösterilen bu tolerans merkezi (santral) ve periferal (çevresel) olmak üzere iki mekanizma sayesinde gelişiyor. Merkezi toleransda kendi vücut antijenlerini fark eden, kemik iliğindeki henüz olgunlaşmamış B hücreleri ve T hücreleri programlanmış hücre ölümüyle (apoptosis) ortadan kaldırılıyor, yani eleniyorlar. Bağışıklık toleransının gelişmesi için izlenen bu yol klonal silinme (delesyon) olarak adlandırılıyor. Çevresel toleransta ise T ve B hücreleri vücut doku ve hücrelerini fark etse de aktif hale geçmeleri için gerekli kimyasal sinyallerin olmaması nedeniyle tepki göstermiyorlar. Çevresel toleransın gelişmesinde izlenen bu yol ise klonal anerji olarak adlandırılıyor. Tolerans mekanizmalarında meydana gelen bir hata sonucunda otoimmün hastalıkların geliştiği düşünülüyor.

Otoimmün Hastalıklara Birkaç Örnek

Akut dissemine ensefalomyelit: Viral veya bakteriyel enfeksiyon ya da aşılanma sonrasında ortaya çıkabilen ve merkezi sinir sistemini etkileyen bir otoimmün hastalık. Uyuşukluk, ateş ve koma yaygın belirtileri arasında sayılıyor.

Aplastik anemi: Kemik iliğinin işlevini yerine getirememesi sonucu yeterince ya da hiç hücre üretmemesi aplastik anemiye neden oluyor.

Çölyak hastalığı: Buğday, arpa ve çavdar gibi tahılların yapısında bulunan proteine bağışıklık sisteminin gösterdiği tepki sonucunda ince bağırsaktaki besin emilimini sağlayan parmaksı yapılarda hasar meydana geliyor. İshal, karın ağrısı, kilo kaybı şikâyetlerinin yanı sıra hastalık sinir sistemini, cildi, kemikleri, üreme ve endokrin sistemlerini etkiliyor.

Hashimoto tiroidi: Tiroit bezi yetmezliği olarak da bilinen hastalığın en önemli nedeni tiroit bezi iltihabıdır. Bağışıklık hücrelerinin tiroid bezi hücrelerini tahrip etmesi nedeniyle bu hücrelerin işlevlerini kaybetmesi sonucu ortaya çıkıyor.

Guillain Barre sendromu (GBS): Genelde ateşli hastalıklardan sonra kendisini gösteren, çevresel sinir sistemini etkileyen, her yaş grubunda görülebilen ve akut felce neden olabilen bir otoimmün hastalık.

Lambert-Eaton miyastenik sendromu (LEMS): Bağışıklık sisteminin sinir hücrelerine saldırısı sonucunda sinir hücreleri kaslara sinyal gönderme yeteneğini kaybediyor, öncelikle kol ve bacakların üst bölümlerinde başlayan ve ardından tüm kaslarda görülen zayıflık ile tanımlanan hastalığın ileri aşamalarında göz kasları etkileniyor, çiğneme, konuşma zorlaşıyor, ağız kuruluğu, kabızlık ve güçsüzlük gözleniyor.

Multiple skleroz: Bağışıklık hücrelerinin sinir hücreleri çevresindeki myelin kılıfını yabancı antijen olarak algılayıp yok etmeye çalışması sonucunda myelin kılıfı hasar görüyor ve sertleşmiş dokular oluşuyor, dolayısıyla sinir hücreleri, beyin ve diğer organlar arasındaki iletişim engelleniyor.

Myasthenia gravis: Ağır kas zaafı olarak bilinen sinir kas sistemine ait bu otoimmün hastalıkta istemli kaslarda anormal yorgunluk ve güçsüzlük gözleniyor.

Romatoit artrit: Eklemlerdeki hasar nedeniyle şişlik, ağrı ve ısı artışı belirtileriyle gözlemlenen otoimmün bir hastalık. Ayrıca kas, deri, akciğerler, kalp ve diğer organları da etkileyebiliyor.

Sjögren sendromu: Gözyaşı ve tükürük bezlerindeki hücrelerde oluşan hasar nedeniyle ortaya çıkan, göz ve ağız kuruluğu belirtileri gözlenen hastalık çoğu zaman başka otoimmün hastalıklarla beraber görülüyor.

Tip 1 diyabet: Pankreasta insülin üretiminden sorumlu beta hücreleri bağışıklık sistemi hücreleri tarafından tahrip ediliyor ve insülin üretimi gerçekleşemiyor.

Üveit: Gözün renkli bölümü olan iris tabakasında ve damarların bulunduğu uvea tabakasında iltihaplanma görülmesi sonucunda ortaya çıkıyor.

Vitilogo: Melanin üreten hücrelerin bağışıklık sistemi tarafından tahrip edilmesi sonucunda ciltte beyaz lekelerin oluşmasıyla kendini gösteriyor.

<<<

Bağışıklık Sistemimiz Aslında Mükemmel Bir İletişim Ağı

Bağışıklık sistemi enfeksiyonlara neden olan bakteri, virüs, parazit ve küflere karşı vücudu korumak için birlikte çalışan hücre, doku ve organlardan oluşan dinamik bir ağ sistemi. Bağışıklık sisteminin harekete geçmesi ve bağışıklık yanıtının oluşması antijenlerin solunum, deri ve sindirim sistemi gibi engelleri aşıp vücudumuza girmesiyle gerçekleşiyor. Antijen bir mikroorganizma olabileceği gibi, bir mikroorganizmanın ürettiği bir molekül de olabiliyor. Bütün bağışıklık hücreleri kemik iliğinde olgunlaşmamış kök hücresi olarak maceralarına başlıyor. B hücreleri antikorları üretiyorlar. Her bir B hücresi özel tek bir antikor üretmeye programlanmış. Örneğin bir B hücresi gribe neden olan virüsün faaliyetini engelleyen antikoru üretirken bir diğer B hücresi zatürreeye neden olan bakteriye saldırmakla görevli antikoru üretiyor. T hücreleri, antijeni, bir hücrenin yüzeyinde MHC (major histokompatibility kompleks) kompleksi denilen moleküle bağlanmış ise fark ediyor. Çünkü hücre yüzeylerinde yer alan protein yapısındaki MHC molekülleri yabancı antijenleri T hücrelerinin fark edebileceği bir yapıya dönüştürüyor. Yardımcı T hücreleri B hücrelerini uyarıp antikor üretiminin başlamasını sağlayarak ya da diğer mikroorganizmaları yutan fagosit hücreleri veya diğer T hücrelerini uyararak bağışıklık cevabını başlatıyorlar. Sitotoksik yani öldürücü T hücrelerinin işlevleri yüzeylerinde yabancı ya da normal olmayan molekülleri taşıyan hücrelere direkt saldırıyor. İnsanlarda MHC antijenleri insan lökosit antijenleri (human leukocyte antigens, HLA) olarak biliniyor. Doğal öldürücü hücrelerse MHC molekülüne bağlı olmayan hücreleri de fark ediyor. Dolayısıyla yabancı pek çok hücreye saldırma potansiyeline sahipler. Fagositler, granülositler ve mast hücreleriyse farklı görevlerle donatılmış diğer bağışıklık sistemi hücrelerinden.

Birkaç Etkili Tedavi Gerek!

Geçmişte otoimmün hastalıkların tedavisinde sadece bağışıklık sistemi baskılayıcıları ya da antibakteriyel/antiviral tedaviler uygulanıyordu. Günümüzde ise bunlara ek olarak birçok otoimmün hastalıkta yaygın olan mekanizmaları hedef alan seçici tedaviler kullanılıyor. Ancak otoimmün hastalıkların gelişmesinde pek çok mekanizma rol oynadığından birkaç etkili tedavi yönteminin birlikte kullanılmasına ihtiyaç duyulabiliyor.

İnsülin üretiminde görevli salgı bezi ve hücrelerde hasar sözkonusuysa vücuda insülini dışarıdan verme işlemi uygulanıyor. İnsülinin dışarıdan verilmesi otoimmün hastalık nedeniyle hasar görmüş salgı bezinin işlevinin tekrar kazanmasını sağlayabiliyor. Tedavinin diğer bir yönü ise bağışıklık sistemi tepkisinin doğal artışını ve yangı etkisini kontrol altında tutmak. Bu genellikle iki çeşit ilaçla gerçekleştiriliyor. Steroid bileşikler yangıyı kontrol altına alıyor. Ancak kullanılan pek çok steroid bileşiğin yan etkileri var. Bağışıklık tepkisini kontrol altına almak ise bağışıklık sistemi baskılayıcı ilaçlarla gerçekleştiriliyor. Fakat hücre çoğalmasını önlemeye yönelik bu ilaçlar aynı zamanda bağışıklık sistemi hücresi olmayan normal hücrelerin de çoğalmasını önleyerek kansızlık gibi yan etkilerin doğmasına neden oluyor. Enzim terapisi eklem romatizması, multiple skleroz ile gövde, sırt, boyun, kalça, kaburga ve omuzlarda ağrı ve sertliklere neden olan ankilozan spondilit gibi otoimmün hastalıkların tedavisinde yeni kullanılmaya başlanan bir tedavi şekli.

Diğer tedavi yöntemlerinden biri gen terapisi. Sitokin ve sitokin baskılayıcı genlerin direkt dokuya uygulanması tiroid, tip 1 diyabet ve romatizmal otoimmün hastalıkların da tedavisinde etkili bir yöntem olarak kullanılabiliyor.

Bilim insanları otoimmün hastalıkların genetik mekanizmasının ve sebeplerinin anlaşılmasını sağlayacak, yeni teşhis ve tedavi yöntemlerinin geliştirilebileceği, ileri düzey çalışmaların sürdürülmesi gerektiğini düşünüyorlar. Araştırmalardan elde edilecek bilgiler hastalıkların daha iyi anlaşılmasını sağlayacağı gibi belirtilerin ve şikâyetlerin de kontrol altına alınmasında gerekli tedavilerin uygulanmasının mümkün olabileceği düşünülüyor. Umutlar ise yeni teknolojilerde ve her geçen gün artan genetik bilginin otoimmün hastalıkların tedavilerinde kullanılabilir olmasında.

Kaynaklar
Miescher, P. A., Zavota, L. ve A. Ossandon, "Autoimmune Disorders: A Concept of Treatment Based on Mechanisms of Disease," Springer Semin Immun 25 (2003): 5-60.
Fairweather, D. L., "Autoimmune Disease: Mechanisms", Encyclopedia of Life Sciences, (2007): 1-6.
Samarkos, M. ve G. Vaiopoulos, "The Role of Infections in the Pathogenesis of Autoimmune Diseases," Current Drug Targets - Inflammation & Allergy, 4 (2005): 99-103.
http://health.nih.gov

Uyku

Günlük yaşantımızın üçte birini uyuyarak geçiririz. Pek çoğumuz için uyku yorgun bir günün ardından başımızı yumuşak bir yastığa koymamızla başlayan, bazen ilginç rüyalarla renklenen, yedi sekiz saat sonra dinlenmiş olarak uyanmamızı sağlayan fizyolojik bir gereksinimdir. Ama gerçekten öyle mi? Sadece dinlenmek için mi uyuyoruz? Uyku beynin gelişimi, hafıza, öğrenme ve hatta bağışıklık sisteminin normal çalışması için de gerekli olabilir mi?



>>>

Otuz dört yaşında, üç çocuk annesi Tracy Williams'ın (gerçek adı değil) o güne kadar normal seyreden yaşamı ansızın değişmeye başladı. Yıllardır gün boyu acil hemşiresi olarak çalıştığı hastanede yardıma ihtiyacı olanların yardımına koşan Tracy şimdi yardıma muhtaç konuma düşmüştü. Her şey çocuğunu acile getirmiş bir anneye neler yapması gerektiğini anlatırken başladı. Tracy aniden kendini yere yığılmış ve acil servisin tavanındaki lambalara bakarken buldu. Kendini güçsüz veya hasta hissetmemişti, ama ayağa da kalkamıyordu. Birkaç dakika içerisinde bu garip duygular ve hisler yavaş yavaş kayboldu ve Tracy işine geri döndü. Olanları unutmaya çalıştı. Bir iki gün sonra acilde çalışırken yine kendini yerde buldu, durup dururken yere yığılmıştı. Olay üçüncü defa tekrar edince doktora gitti. Doktora, düştüğünde bilincinin yerinde olduğunu ve nerede olduğunu bildiğini ama bir türlü hareket edemediğini söyledi. Kasılmış boynu ve kafasındaki şişliğin dışında tek hatırladığı aşırı yorgunluktu. Garip bir şekilde o gün doktorun ofisinden ayrılırken de ansızın yere yığılıp kalmıştı. Yapılan testler, EKG, ekokardiyogram, kan testleri hepsi normaldi. Doktorlar bir şey bulamayınca onu eve gönderdiler. Ancak sonraki iki ay boyunca düşüşler devam edip sayıları on yediyi bulunca Tracy doktora geri döndü. Doktorlar bu sefer sara hastalığının tedavisinde kullanılan ilaçlarla bir tedaviye başladılar. Ancak düşmeler devam etti. Bunun üzerine ilaçların dozları yavaş yavaş artırıldı. Yüksek dozda ilaçlar bir süre sonra düşmeleri önledi. Ancak artan dozlar beraberinde çok kötü yan etkiler getirmişti. Kusma ve bulantı hissi en belirgin yan etkilerdi. Düşmeler kontrol altına alınmıştı ama ilaçların yan etkileri dayanılmazdı. Bu güçlü yan etkilere artık dayanamayan Tracy ilaçlara bir süre ara verdi. Fakat tekrar düşmeye başlayınca mecburen ilaçlara tekrar başlamak zorunda kaldı.

Evde düşmesi problem olmuyordu, çünkü bir süre uyuyor ve kendini güçlü hissedince kalkıyordu. Ama iş yeri uyumaya uygun değildi. Belli bir süre sonra Tracy artık hastaları kendi başına taşıyamamaya, bebekleri kucağına alamamaya başladı. Düşmemek için de hep sırtını duvara dayıyordu. Fakat bir defasında yoğun bakım ünitesine portatif bir monitör taşırken merdivenlerde düşünce işler değişti ve işini kaybetme korkusu yaşamaya başladı. İş arkadaşları da ona karşı garip davranmaya başladılar. Çünkü ekip halinde çalışıyorlardı ve ekipten birinin başarısızlığı herkesi etkileyecekti. Düşüşler devam ettikçe Tracy'nın yaşamı da alt üst olmaya devam ediyordu. Her düşüş onu depresyonun derinliklerine taşıyordu. Yedi yıl boyunca Tracy değişik doktorlara gitti, çok sayıda teste tabi tutuldu. Farklı ilaçlar denedi. Bir ara doktorları rahatsızlığının tamamen psikolojik olduğunu ve düşmeleri durdurmanın onun kendi elinde olduğunu bile söylediler. Bu tanı onun kendine güvenini yıkmıştı ama psikoloğa gitmesi de sonucu değiştirmedi.

Yine bir gün doktoru ile görüşürken doktoru ona geceleri normal uyuyup uyumadığını sordu. Tracy doktorun üç çocuğa bakan, kocası akşamları hukuk fakültesine devam eden, gündüzleri acil serviste çalışan ve bütün bunların üstüne bir türlü tedavi edilemeyen düşüşler yaşayan bir hastanın rahat uyuduğunu düşünebilmesine inanamamıştı. "Elbette doğru düzgün uyuyamıyorum, yıllardır da bu böyle" diye cevap verdi. Bunun üzerine doktoru onu "uyku laboratuvarına" gönderdi. Tracy şimdiye kadar yapılan tüm testler gibi uyku testinin de olumlu bir sonuç

Anahtar Kavramlar

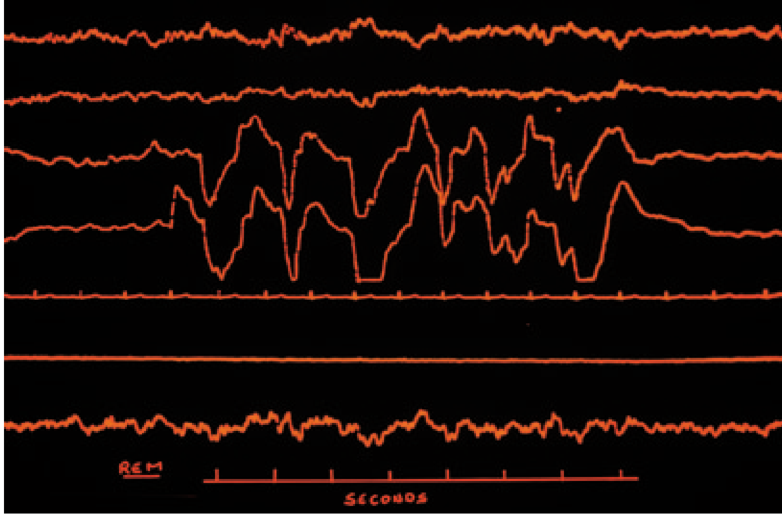
Modern uyku araştırmaları uykunun dinlenmenin ötesinde, beynin ve nöromüsküler sistemin gelişiminde, öğrenme ve hafızada ve hatta bağışıklık sisteminin çalışmasında önemli işlevleri olduğunu ortaya çıkardı.

Bu veriler sağlıklı bir yaşam için sağlıklı beslenme ve fiziksel aktivitenin yanı sıra yeterli uykunun zorunlu olduğunu gösteriyor.

Uyku esnasında beyin tarafından yayılan dalgalar elektroansefalogram (EEG) tekniği ile belirlenir.



vermeyeceğini düşünüp karşı çıktı önce, ama sonra doktorun ısrarı üzerine kabul etti. Yine de sonuçta işe yaramayacak bir test için bir sürü para harcayacağını düşünüyordu. Ancak sonuç hiç de beklediği gibi olmadı. Uyku testleri Tracy'nın yıllardır yaşadıklarının nedenini ortaya çıkarıverdi. Teşhis, bir uyku bozukluğu rahatsızlığı olan ve yaklaşık 2000 kişide 1 kişiyi etkileyen "narkolepsi"ydi. Düşmeler ise narkolepsinin belirtilerinden olan "katapleksi" yani kas tonusu dediğimiz durumun yani kasların bir anda normal fonksiyonlarını yerine getiremez hale gelmesinin sonucuydu. Tracy narkolepsi hakkında araştırma yapıp bulduklarını okumaya başlayınca teşhisin ne kadar doğru olduğunu gördü. Çünkü semptomlar tamamen tutuyordu: Gün boyu aşırı uykulu olmak, gerçekmiş gibi görünen rüyalar. Sanki bu tanımları kendisi yazmıştı. Tracy'nin probleminin nedenleri onun "uyku"sunda yatıyordu.



Elektroensefalogram uykunun değişik safhalarında, beynin değişik dalgalar yaydığını gösteriyor. Beyin uyanıklık ile rüya görülen REM uyku sırasında benzer dalgalar yayıyor.

Günlük yaşantımızın üçte birini uyuyarak geçiririz. Pek çoğumuz için uyku gece başımızı yastığa koymamızla başlayan, yedi sekiz saat sonra biten ve daha çok dinlenmekle özdeşleştirilen fizyolojik bir gereksinimdir. Meyve sineğinden şempanzeye, fareden kobaya, kertenkeleden köpeğe kadar her canlının tıpkı bizler gibi uykuya ihtiyaç duyması, uykunun aslında çok temel ve önemli işlevleri olduğunu gösteriyor. Bununla birlikte neden uyuduğumuz sorusunu ve uykunun işlevinin ne olduğu sorusunu bilimsel açıdan tam olarak cevaplayabilmiş değiliz. Nörobilimlerdeki gelişmelerle birlikte artık uykunun sırlarının kapılarını da aralamaya başladık.

Stanford Üniversitesi'nden, uyku araştırmalarının babası sayılan William Dement uykuyu "duyumsal izolasyonun yaşandığı zaman dilimi" olarak tanımlıyor. Bir diğer değişle uykuya daldığımız andan itibaren çevreden gelen duyusal girdiler bilincimize artık ulaşamıyor. Uyku konusunda elde edilen verilerden belki de en beklenmedik olanı, uykunun sanıldığı gibi beynin aktivitesinin en alt düzeye indiği bir zaman dilimi olmadığının, aksine uyku sırasında beyinde olağanüstü yüksek düzeyde aktivite gerçekleştiğinin ve ayrıca uykunun son derece karmaşık, bütün vücudu kapsayan ve düzenleyen bir işlev olduğunun ortaya çıkmasıydı. Bu çalışmalar sonucu, organizmanın işlevlerini uyanıkken normal olarak yerine getirmesi bakımından uykunun temel teşkil ettiği ortaya çıktı.

1964 yılında, Randy Gardner adında 17 yasındaki bir lise öğrencisi bir bilim yarışması için aralıksız 264 saat (11 gün) uykusuz kalmayı başararak bir rekora imza attı. Gardner'in bu girişimi uyku araştırmacısı William Dement tarafından bilimsel yöntemlerle takip edildi. Gardner'in bu süredeki sağlık durumu da John Ross tarafından belgelendi. Gardner bu sürede uyanık kalmak için hiçbir ilaç kullanmadığı gibi kahve bile içmemişti. Dement'e göre bu deneme ekstrem uykusuzluğun, yorgunlukla gelen duygusal durumdaki değişiklikler (terslik, duygusallık, konsantrasyon güçlüğü vb) dışında, önemli bir etkisinin olmadığını göstermişti, çünkü deneyin onuncu gününde Dement ile Gardner pinpon oynamışlar ve oyunu Gardner kazanmıştı. Fakat Gardner'in sağlık durumunu takip eden John Ross'un raporu farklıydı. Ross, Gardner'da duygusal durumdaki değişikliklerin yanı sıra konsantrasyon problemi, kısa süreli hafızada problemler, paranoya ve halüsinasyonlar gözlemlemişti. Deneyin dördüncü gününde Gardner kendini Amerikan futbolunun ünlü isimlerinden Paul Lowe, cadde tabelasının olduğu direği ise bir insan zannetmişti. On birinci günde 100'den 7 çıkararak geriye sayması istendiğinde 65'te durmuş, neden durduğu sorulduğunda ne yaptığını unuttuğunu söylemişti. Fakat son günkü basın toplantısında Gardner son derece sağlıklı görünüyordu, konuşması da düzgündü. Rekorundan sonra aralıksız 14 saat 40 dakika uyumuş, gece 10 gibi uyanıp 24 saat uyanık kalmıştı ama bundan sonraki günlerde günde 8 saat düzenli uyumaya başlamıştı. Her ne kadar Gardner'in rekoru kırıldıysa da onun denemesi detaylarıyla ve bilimsel olarak incelenen tek deneme olduğu için bu konudaki rekor olarak hâlâ o hatırlanıyor.

Uyku konusundaki ilk bilimsel çalışmalar 1925 yılında Chicago Üniversitesi'nde çalışmaya başlayan ve ilk "uyku laboratuvarını" kuran Nathaniel Kleitman ile başlıyor. Kleitman'ın 1939 yılında yayımladığı "*Uyku ve Uyanıklık*" adlı kitabı günümüzde dahi bilim çevrelerinde uyku araştırmalarının temel ki-

>>>

tabı olarak kabul ediliyor. O günlerde Keitman'ın yanında uyku üzerine doktora yapan Eugene Aserinsky sekiz yaşındaki oğlunun uykusunu incelemeye başlıyor. Oğlunun başına bantla yapıştırdığı kablolar, bu kabloların bağlandığı ve beyin dalgalarını saptayan bir aletle uyku ve uyanıklık sırasında oğlunun beyin dalgalarını gözlemlemeye başlıyor. Uykuda olan birini seyrettiyseniz uykunun bazı dönemlerinde, kapalı göz kapakları arkasında göz küresinin sağa sola, aşağıya yukarıya çok çabuk hareket ettiğini görmüşsünüzdür. Aserinsky işte bu devrede beyin dalgalarının değiştiğini gözlemliyor. Beynin dalgaları uyanıklık dalgalarına benzediği halde oğlunun hâlâ uykuda olduğunu görüyor. 1953 yılında hocası Kleitman ile birlikte yayımladıkları bir makale ile "REM uykusu"nun, uykunun hızlı göz hareketinin (İngilizcede ***R**apid **E**ye **M**ovement*) gözlendiği belli bir dönemini yansıttığını açıklıyorlar. Bu makalede ayrıca REM uykusunun rüya görmekle ilişkili olduğunu da öne sürüyorlar. Günümüzde bu keşif modern uyku araştırmalarının başlangıcı olarak kabul ediliyor.

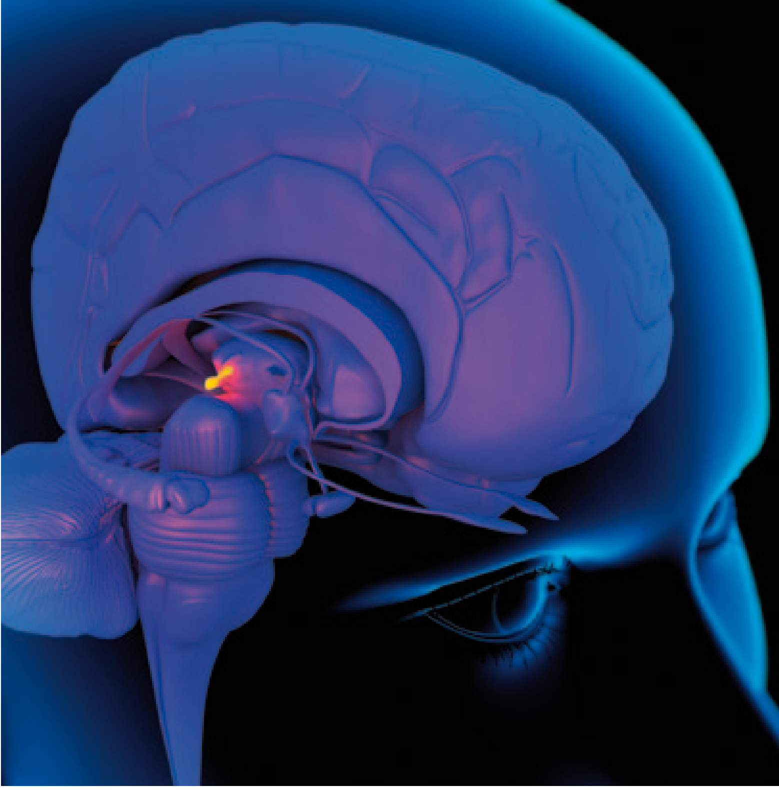
Sayısız bitki ve hayvan türü gibi yerkürenin sakinleri olan bizlerin yaşamı da 24 saat üzerine kurulmuştur. Bilimde buna "*circadian rhythm*" adını veriyoruz. Latince bir kelime olan "*circa*" yaklaşık, "*diem*" ve "*dies*" ise gün demektir. Dolayısıyla "*circadian rhythm*" "yaklaşık bir gün" demektedir. Uyku ve uyanıklık aslında beyin tarafından kontrol edilir. "Circadian saat" olarak da bilinen bu döngüyü beynin hipotalamus bölgesinde yer alan ve "*suprachiasmatic nucleus*" (SCN) adı verilen bölgesi düzenler. SCN'nin zedelenmesi normal uyku-uyanıklık döngüsünün ortadan kalkmasına neden olur. SCN bu işlevi yerine getirirken gün ışığı ile ilgili bilgiyi gözün retina tabakasından alır ve bu bilgiyi anlamlandırarak beynin, şekli çam ağacı kozasını andırdığı için "*pineal gland*" adı verilen bölgesine aktarır. *Pineal gland* de gelen bu veri üzerine uyku hormonu olarak da bilinen melatonin adlı hormonu salgılar. Gece melatonin miktarı artarken gündüz azalır. Dolayısıyla melatonin miktarı ile uyanıklık hali tamamen ters orantılıdır. Uyku esnasında vücudun temel ısısında da düşüş olur.

Kleitman ve Aserinsky ile başlayıp daha sonra diğer bilim adamlarının da katkılarıyla devam eden çalışmalar sonucu beyin dalgalarının gece boyunca düzenli olarak değişim gösterdiği keşfedildi. Elektroansefalogram (EEG) ile belirlenen beyin dalgalarına bakıldığında, uykunun REM uykusu ve REM olmayan uyku (***N**on-**REM***) olarak genelde iki fazı olduğu ve NREM'in de Safha 1, Safha 2, Safha 3 ve Safha 4 olmak üzere dört farklı safhası olduğu ortaya çıktı.

Gece yatağa yattığımızda önce NREM uykunun birinci safhası ile uyumaya başlarız ve uykumuz giderek derinleşir. 4. safha uykumuzun en derin olduğu safhadır. Bu safhada beynimiz "delta dalgaları" adı verilen ve bu safhaya özgü dalgalar yaymaya başlar. Fakat gece boyu bu safhada kalmayız. Bir süre sonra uykumuz hafifleşmeye yani safha 4 ten, 3'e, 2'ye ve 1'e doğru değişmeye başlar. İlk döngünün en sonunda REM uykusu gerçekleşir. İşte bu safhada rüya görmeye başlarız. Bu ilk döngü yaklaşık 90 dakika sürer. Gece boyu bu döngü defalarca tekrar eder, ancak döngü süresi ve her döngüde gerçekleşen derin uyku (safha 4 ve 3) süresi azalırken REM uykusunun süresi artar. Uyku analiz laboratuvarlarında çıkarılan, "Polysomnograf" adını verdiğimiz ve uykudayken beyin dalgalarının değişimini gösteren diyagrama bakınca kişinin hangi safhada olduğunu, rüya görüp görmediğini hemen anlayabiliriz. Bu tür çalışmalardan, bir genç yetişkinin uykusunun yaklaşık % 20-% 25'inin REM uykusunda geçtiğini öğrendik. Gece ilerledikçe REM uykusunun süresi de artar. Bebekler günün büyük bir kısmını uykuyla geçirirken yaş ilerledikçe uyku süresi de azalır. Yaşa bağlı uyku değişikliğine baktığımızda değişimin sadece miktarla sınırlı kalmadığını, uykunun kalitesinin de değiştiğini görüyoruz. Safha 4 uyku en fazla bebeklerde görülürken yaş ilerledikçe giderek daha az görülür. Bu da genellikle 35 yaşından sonra uykunun hem süresinin hem de kalitesinin azaldığını gösteriyor. Yaşlandıkça uyku döngülerinin sayısı artıyor, daha sık uyanılıyor, daha da önemlisi derin uyku dediğimiz ve delta dalgalarının yayımlandığı uykunun süresi aşırı derecede kısalıyor hatta ortadan kalkabiliyor. Yirmi yaş altındaki kişiler yetişkinlerden daha faza uykuya ihtiyaç duyar, ama yapılan çalışmalar bu kişilerin yaklaşık % 80'inin yeterince uyumadığını gösteriyor.



Bebekler günün büyük bir bölümünü uyuyarak geçirirler. Son birkaç yılda yapılan araştırmalar bebeklik döneminde uykunun beyin gelişimi için gerekli olduğunu gösteriyor.



İnsan beyninde 24 saatlik döngüyü kontrol eden bölgeler bulunmaktadır. Uyku hormonu olarak da bilinen "melatonin hormonu" uyku saatlerinde artarken uyanıklık saatlerinde azalır.

REM uykusunda gözlerimiz kımıldadığı halde vücudumuz kımıldamaz. Sadece arada bir ellerin ve ayakların kımıldadığı görülür. O halde nasıl oluyor da rüyada gördüklerimizi gerçek zannedip elimizi kolumuzu oynatmıyor, yataktan kalkıp rüyada gördüklerimizi bir aktörün rol yapması gibi canlandırmaya çalışmıyoruz? Bu konuyu uyku konusundaki araştırmaları ile bilinen, "*Temel İçgüdü*", "*Vücut Isısı*" ve "*Doğanın Ucubeleri*" adlı popüler bilim kitaplarının yazarı, "*Behavioural Neuroscience*" adlı bilimsel derginin baş editörü ve üniversitemizin psikoloji bölümü profesörlerinden Mark Blumberg'e sordum.

Bahri Karaçay: Bazı rüyalar özellikle kâbuslar o kadar gerçekçi ve güçlü ki uykuda olduğumuz halde gördüklerimizi vücudumuzla da canlandırmaya çalışıyoruz ama bunu gerçekleştiremiyoruz. Bununla beraber ender, olmakla birlikte bazı hastaların uyur halde yataktan kalkıp uykularında gördüklerini canlandırmaya çalıştıklarını biliyoruz. Bunun gerisinde yatan gerçek nedir?

Mark Blumberg: Uyku konusunda önemli sorulardan biri, rüyalarımızın mı hareketlerimizi yansıttığı yoksa hareketlerin mi rüyayı yansıttığıdır. Bu konu aslında Freud'a kadar uzanıyor. 20. yüzyılda uyku konusunda araştırmaların yapılmasının ve uykunun psikiyatri alanında incelenmesinin nedeni Freud ve onun çalışmalarıdır. Geleneksel düşünce, hareketlerin rüyaların sonucu olduğu şeklinde. Bu düşünceye göre örneğin bir köpek uyurken ayaklarını kıpırdatıyorsa rüyasında bir tavşanın peşinden koşuyordur. Yani rüya meydana geliyor, hareket onu takip ediyor. 1960'larda araştırmacılar uyku sırasında kas tonusunun (kasların, dolayısıyla da ellerin ve ayakların uyanıkken olduğu gibi hareket etmesinin) engellendiğinin farkına vardılar, özellikle REM uyku sırasında. Bu konu üzerinde düşünen bilim insanları kas tonusunun bizleri korumak için engellendiğini düşünmeye başladı. Çünkü kas tonusu engellenmese, uykumuzda dolaşıp rüyamızda gördüğümüz şeyleri gerçekten yaşıyor gibi elimizi kolumuzu oynatarak kendimize zarar verebiliriz. Bu engelleme ortadan kalkınca rüyada görülenler harekete dönüşüyor.

B.K.: Beynin hangi bölümleri bu işlevleri yerine getiriyor?

M.B.: Beyinde bu konudaki kilit bölgelerden biri beyin sapı. Aktif uyku sırasında önbeyin rüya üretmek üzere beyin sapı tarafından uyarılıyor ve beyin sapından gelen bilgileri gelişigüzel entegre edip rüyayı sentezliyor. Ancak bu rüyadan kaynaklanan motor aktiviteler -yani vücudun, ellerin ve ayakların hareket etmesi- engelleniyor. Eğer bu engelleme tamamen gerçekleşmiyorsa bu sefer bir bakıma rüyanın yan ürünü olarak kıpırdanmalar meydana geliyor. Freud'un ileri sürdüğü "rüyalar kendiliğinden oluşur" görüşünü çürüten bu görüş günümüzde ağırlık kazanmış durumda.

Doğrusu benim için rüya o kadar ilginç değil. Çünkü rüya görmek için uyumuyoruz. Rüya görmek uykunun yan ürünü olabilir. Bazıları rüya görmek için uyuduğumuz görüşünü savunuyor. Fakat bu görüş artık inandırıcı değil. Hayvan deneylerinde beyin sapının engelleme mekanizması ortadan kaldırılınca hayvanlar REM uykusuna dalıyor, ama ortalıkta dolaşıp sanki karşılarında bir düşman varmış gibi sesler çıkarıyorlar. Bunu görünce araştırmacılar rüyanın korteks tarafından yaratıldığını ve hayvanların engelleme ortadan kalktığında rüyalarını dışarı yansıtan hareketleri yaptığını ileri sürdüler. Fakat "REM davranış bozukluğu" adı verilen (RBD) rahatsızlığı olan insanlarda sorunun kas tonusundan kaynaklanmadığını biliyoruz. Bu hastalar uykularında elleri ve ayakları ile, vücut hareketleri ile şiddetli ve öfkeli davranışlar sergiliyorlar. Acaba beyin sapı mı bu şiddet hareketlerini ortaya çıkarıyor yoksa şiddet hareketlerinden dolayı mı hastalar şiddet rüyaları görüyor? Bunun kesin cevabını verebilmiş değiliz. Dolayısıyla probleme bütünsel bir açıdan yaklaşmamız gerekiyor. Beyin sapını, korteksi ve uzuvları içine alacak bir modele ihtiyacımız var.

>>>

B.K.: Size biyolojik saat hakkında soru sormak istiyorum ama önce okuyucularıma kısa bir ön bilgi vereceğim. İlk uyku laboratuvarının kurucusu Kleitman bir defasında ekip arkadaşları ile birlikte Kentucky'deki Mammoth mağarasında, yerin 50 metre altında bir aydan uzun bir süre kalıyor. Bunu gün ışığının etkisinin olmadığı bir ortamda 24 saatlik uyku ve uyanıklık döngüsünün değiştirilmesinin zihinsel faaliyetleri nasıl etkileyeceğini belirlemek için yapıyor. Bu çalışmalardan bahseder misiniz?

M.B.: Serbest uyku sistemi 24 saatlik döngüden farklı. Çünkü gün ışığı uyku döngümüzü sürekli olarak düzenliyor. Bunu göstermek için yapılmış çalışmalardan birinde, denekler gün ışığı almayan yeraltı odalarına yerleştirildi. Deneyin başlangıcında odanın ışığı 24 saatlik programa göre kontrol edildi ve her gün deneklere o günün gazetesi verildi. Böylece denekler günleri takip edebiliyordu. Işık kontrol edildiği sürece, günlük döngü normal devam etti. Deneyin ikinci aşamasında ışığın kontrolü deneklere verildi. Ancak bu sefer deneklerin uyku düzeni tamamen bozuldu. Bazen iki saat uyudular bazen 18 saat. Denekler "yeni bir gün başladı" dediğinde kendilerine yeni bir gazete verildi. Deneyin sonunda okunmayan gazeteler birikmişti. Bu da zaman içerisinde deneklerin 24 saatlik döngüyü kaybettiğini gösteriyordu. Bu deneylerden, ortalamanın 24 değil 25 saate yaklaştığı ortaya çıkmıştı. Normal yaşantımızda ise her gün ışık ve karanlık sayesinde günümüz 24 saatlik döngüde kalıyor.

B.K.: Uyku konusunu düşünürken bundan iki yüz bin yıl önce Afrika'da yaşamış olan ve bugünkü insanlığın kökenini oluşturan atalarımızı düşündüm. Gün boyu av peşinde koşup nihayet mideye indirdikleri lezzetli bir avdan sonra güvenli bir yere çekilip örneğin bir ağacın dalında veya bir kayanın gölgesinde uykuya daldıklarını düşündüm. Derin uykuya dalarak kas tonusunu kaybetmek bir an için tehlikeli göründü bana. Çünkü kendileri gibi yaşam kavgası veren diğer canlılar arasında yaşıyorlardı ve derin uyku onların da bir anda yem olmasına neden olabilirdi. Hiç bu konuda düşündünüz mü? Doğal seçilim açısından düşündüğümüzde uykunun ne avantajı var, bir başka deyişle neden uyuyoruz?

M.B.: Bu konuda birçok hipotez var. Her hayvan dinlenme safhası yaşıyor. Ancak uyku dediğimiz şeyin kendine özgü özellikleri var. Bu özellikler onu basit bir dinlenmeden çok farklı kılıyor. Ayrıca her bir hayvan türünün uyuma şekli ve yeri de farklı. Bu özellikleri bahsettiğiniz şekilde yem olmalarını önlüyor. Kendinden geçercesine derin uykuya dalanlar da bugün artık aramızda değil. Fakat eğer bütün hayvanlar uyuyorsa, ki öyle, uykunun çok temel bir biyolojik işlevi ve çok önemli bir amacı olmalı. Öyle olmasaydı hâlâ uyuyor olmazdık.

Uykunun önemini gösteren çok önemli bir çalışma 1983 yılında Chicago Üniversitesi'nde yapıldı. Allan Rechtshaffen liderliğindeki bir araştırma grubu laboratuvar kobaylarını dönen, yuvarlak bir diskin üzerine koyup kafesi şeffaf bir plastikle tam ortadan ikiye ayırdılar. Kafesin her iki yanına eşit sayıda kobaylar yerleştirdiler. Kafesin tabanını diske kadar su ile doldurdular. Disk dönerken kobaylar suya düşmemek için diskin üzerinde yürümeye başladı. Deney süresince kobayların başlarına iliştirilmiş saç kılı inceliğindeki kablolar aracılığı ile beyin aktiviteleri, dolayısıyla uyku ve uyanıklık durumu takip edildi. Kafesin bir yanındaki kobaylar uyku belirtisi gösterdiğinde disk hareket ettirilerek uyumaları önlendi. Her defasında bu tekrarlandı ve sonuçta bu gruptaki kobaylar günlerce uykusuz bırakıldı. Kafesin diğer yanındaki kobaylar ise uykusuz bırakılan kobayların uyanık kaldığı sürelerde uyudukları için yeterince uyumuş oldular. Deneyin 5., 13. ve 33. günlerinde uykusuz bırakılan kobaylar bir bir ölmeye başladı. Fiziksel olarak da çok kötü görünüyorlardı, tüyleri matlaşmış, hatta derilerinde yer yer lezyonlar oluşmuştu. Kontrol grubunda ise herhangi bir anormallik görülmemişti. Bu deney uykunun ne kadar önemli olduğunu ilk defa çok güçlü bir şekilde ortaya koyuyordu.

Uykunun amaçlarının neler olabileceği konusunda öne sürülen hipotezlerden biri de "gece aptalca şeyler yapmamak için uyuyoruz" şeklinde. Fakat bunun doğru olması imkânsız, çünkü yaşamımız boyunca en çok bebeklik dönemimizde uyuyoruz ve bu dönemde aptalca davranma gibi bir durumumuz yok. İşte bu nedenle ben çalışmalarımı uyku ve uykunun gelişmemizdeki rolü üzerinde yoğunlaştırdım. Şimdiye kadar yaptığımız çalışmalar aslında yıllar önce, 1966 yılında Roffrag'in ileri sürdüğü ve uykunun gelişim için gerekli olduğunu öne süren "*ontogenetik* hipotez"ini destekliyor. Bulgularımız aktif uyku sırasında beyin sapının bir yandan önbeyni diğer yandan kas sistemini uyararak beynin ve nöromüsküler sistemin gelişmesini sağladığını gösteriyor.

Mark Blumberg uykunun özellikle bebeklik döneminde beyin ve kas sisteminin gelişmesini sağladığını gösterirken Stanford Üniversitesi'nden Matt Walker ve grubu, insanlarla yaptıkları çalışmalarda uykunun hafıza ve öğrenme işlevleri açısından önemli olduğunu gösteren veriler elde etti. Uykunun motor hareketleri öğrenmedeki etkisini be-



Bahri Karaçay, Iowa Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatri Bölümü, Çocuk Nörolojisi Kürsüsü öğretim üyesidir. Ayrıca aynı üniversitenin Gen Tedavi Merkezi ve Holden Kanser Merkezi üyesidir. Nörolojik doğum kusurları üzerinde genler düzeyinde araştırmalar yürütüyor. Beş yaşın altındaki çocuklarda görülen sinir sistemi tümörü nöroblastoma ve yine sinir sistemini etkileyen Alexander hastalığına gen tedavisi geliştiriyor. Ayrıca alkolün ve LCM virüsünün fetüs beyni üzerindeki etkilerini araştırıyor.
www.bahrikaracay.com/blog



Farklı hayvan türlerinin uyuma şekli ve yeri de farklılık gösteriyor.

lirlemek üzere deneklere bilgisayar klavyesindeki 4, 1, 3, 2 rakamlarına aralıksız basmaları söylendi. Denekler 30 saniye bu rakamları tuşlayıp sonra da 30 saniye bekleyerek ve bunu 12 defa tekrarlayarak yapmaları istenen görevi öğrendiler. Aynı gün içinde 12 saat sonra ve erkesi gün sabah uyandıktan sonra deneklerin bu işlemi yaparkenki hızları ölçüldü. İlk gün içinde hızda pek bir değişiklik olmadı, ama uykudan sonra deneklerin hızı % 19 oranında artmıştı. Bu sonuç deneklerin öğrendiklerini aynı gün içinde, 12 saat sonra henüz tam pekiştirmemiş olduğunu ama araya uyku girince öğrenilen görevin uzun süreli hafızaya aktarılmış olduğunu gösteriyordu. Benzer bir çalışmada denekler bu sefer ilk günün sabahı değil akşamı eğitim aldı ve ertesi gün sabah uyandıktan sonra ve üçüncü günün sabahı test edildi. Deneklerin hızları hem ikinci günün sabahı hem de üçüncü günün sabahı % 21 oranında artmıştı. Araştırmacılar bir adım daha ileri giderek bu sefer deneklerin ilk 24 saat içerisinde uyumalarını engelledikten sonra aynı eğitimi verip hızlarını ölçtüler. Denekler öğrenmek için aynı süreyi kullanmış olmalarına rağmen öğrenememişlerdi. Ayrıca 4, 1, 3, 2, 4 rakamlarını peş peşe tuşlarken durmadan hata yapıyorlardı.

Walker ve grubu uykunun öğrenme üzerindeki etkisini belirlemek için yukarıdakine benzer değişik deneyler yaparken deneklerin beyin aktivitelerini işlevsel manyetik rezonansla (fMRI) görüntülediler. Elde ettikleri sonuçlar uyku sırasında hafızaya aktarılan bilginin beyinde yeniden düzenlendiğini gösteriyordu. Dahası, beyinde uyku sırasında hafızaya aktarılan bilgiler daha önce öğrenilmiş olan bilgilerle ilişkilendiriliyor ve yeni bağlantılar kuruluyordu. Bir başka deyişle, uyku yaratıcılığı körüklüyordu.

Walker ve ekibinin çalışmaları öğrenme, hafıza ve uyku arasındaki ilişki hakkında çok daha ilginç başka şeyleri de gün ışığına çıkardı. Örneğin öğrenmeden önce uyumanın, hafıza oluşmasında çok önemli ve olumlu etkisi olduğu, yeterince uyunmadan öğrenilmeye çalışılan şeylerin hafızada kalmadığı ortaya çıktı. Bu deneylerden biri çok ilginçti. Uykusunu almış ve yeterince uyumamış iki ayrı denek grubuna otuzar adet kelime gösterildi. Yalnız bu kelimeler üç farklı özellik taşıyordu, ilk on tanesi duygusal olarak olumlu, ikinci onu nötr, üçüncü onu ise olumsuz kelimelerdi. Bu ilk üç gruba ek olarak daha sonra deneklere yine olumlu, olumsuz ve nötr ama yeni kelimeler gösterildi. Aradan bir süre geçtikten sonra deneklerin bu kelimeleri ne kadar hatırlayabildiği ve özellikle yeni kelimelerle eski kelimeleri ayırt etme konusundaki başarıları ölçüldü. Uyku eksikliği öğrenmenin etkinliğini % 40 oranında düşürmüştü. Daha ilginç olanı ise uykusuzluğun en büyük etkiyi olumlu kelimelerde göstermiş olmasıydı. En az etki ise nötr kelimelerde gözlenmişti. Uykusuz kalanlar olumsuz kelimeleri hafızalarında çok daha iyi tutmuştu. Bu sonuçlar depresyon ve uykusuzluğun birlikte görüldüğü gerçeğini hatırlatıyor.

Yaşam çoğu zaman önümüze küçüklü büyüklü problemler çıkarır. Problemle haşır neşir olunan bir günün ardından gecenin bir yarısında uyandığımızda küçük problemleri olduğundan çok daha büyük, büyük problemleri ise başa çıkılmaz gibi görürüz. Aynı gecenin sabahında uyandığımız-

da ise problemin hiç de o kadar büyük olmadığını, aksine kolaylıkla üstesinden gelebileceğimizi fark ederiz. Uykunun daha doğrusu iyi uyuyamamanın bir ürünü olan bu durumda beyinde neler olup bittiği ilk defa Harvard Üniversitesi ve Kaliforniya Üniversitesi'nden bir grup araştırmacı tarafından 2007 yılında belgelendi. Gönüllü denekler önce 35 saat uykusuz bırakıldı ve duygularını harekete geçirecek -onları sinirlendirecek veya üzecek- resimler gösterildi. Denekler resimlere bakarken beyinlerinde meydana gelen değişiklikler ise işlevsel manyetik rezonans görüntüleme tekniği ile belgelendi. Deneklerin beyinlerinde amigdala adını verdiğimiz bölgeye kan akışının % 60 oranında arttığı gözlendi. Amigdalanın beyinde duygularla ve hislerle ilgili işlevleri yerine getirdiğini biliyoruz. Ayrıca ortaya konacak tepki de amigdalanın yanı sıra amigdalanın bağlantılı olduğu diğer sistemlerin, özellikle medial-prefrontal korteksin de önemli rolü olduğunu biliyoruz. Beynin bu bölümü amigdalayı kontrol ederek, özellikle baskılayarak, kişinin anormal bir tepki göstermesini önler, ortama ve şartlara uygun bir tepki vermesini garantiler. Uykusuz deneklerde ise amigdala ile prefrontal korteks arasındaki bu işlevsel bağlantının çalışmadığı veya sekteye uğradığı gözlendi. Araştırmacılar sonucu "sanki uykusuzluk beyni ilkel bir seviyeye geri götürüyor, beyin normalde duygusal yaşantıları kontrol edip onlara uygun tepkiler verirken uykusuzluk durumunda bu yaşantıları belli bir bağlamda değerlendirip uygun bir tepki yaratamıyor" diye yorumladı.

Tracy ve onun gibi narkolepsi adı verilen uyku rahatsızlığını çekenler için ilk müjdeli haber yine William Dement'ten geldi. 1970'lerde Dement insanlardakine çok benzer bir rahatsızlığın köpeklerde de olduğunu, biraz da tesadüf eseri öğrendi. Bir tanıdığına çalışmalarını anlatıyordu. Bu arada narkolepsi ve katapleksiden bahsetti. Tanıdığı, komşusunun anlatılanlara tıpa tıp uyan bir köpeği olduğunu söyledi. Bunun üzerine Fransız poodle cinsi bu köpek, sahibinden izin alınarak uçakla Kaliforniya'ya, Dement'in laboratuvarına getirildi. Bu ilk köpekten sonra Dement narkolepsi hastası olan başka cinsten köpekler de buldu ve laboratuvarlarında onlardan bir sürü oluşturdu. Bu köpekler üzerinde yıllarca çalışan, Stanford Üniversitesi Narkolepsi Merkezi müdürü Emmanuel Mignot ve ekibi 1999 yılının Ağustos ayında yayımladıkları bir makale ile, bu köpeklerde narkolepsiye hücre zarında yer alan ve reseptör adı verilen bir proteinin geninde ortaya çıkan bir bozukluğun neden olduğunu duyurdular. Onlardan bağımsız olarak Teksas Üniversitesi'nden bir diğer araştırma grubu da Mignot'nun grubunun bulduğu reseptöre bağlanan ve ligand olarak adlandırdığımız molekülde bir anormallik olunca bu anormalliği taşıyan farelerin narkolepsi yaşadığını bildirdi. Reseptöre bağlanan ligand "*hypocretin*" adlı moleküldü. Pek çok narkolepsi hastasında hypocretin üretilmediği, bazılarında ise bu molekülü üreten hücrelerin bilinmeyen bir nedenle yok olduğu ortaya çıktı.

Narkolepsi uyku rahatsızlıklarından sadece biri. Tıp literatüründe yüzden fazla uyku bozukluğu yer alıyor.

Uyku konusunda yapılan araştırmalar bütün hızıyla devam ederken bir zamanlar sadece dinlenme ve tembellik olarak görülen uykunun aslında yaşantımızın her dönemimde ve sağlıklı bir yaşam sürmemizde çok önemli olduğunu öğreniyoruz. Özellikle Walker ve grubunun bulguları, öğrenci okurlarımıza çok değerli ipuçları veriyor. Geçtiğimiz günlerde yeterince uyumayan insanların bağışıklık sisteminin, düzenli uyku uyuyanlarınkinden % 40 daha zayıf olduğu ve bu nedenle daha sık soğuk algınlığı ve gribe yakalandıkları açıklandı. Bu veri uykunun gelişim, hafıza ve öğrenmenin yanı sıra bağışıklık sisteminin normal çalışması için de son derece önemli olduğunu gösteriyor. Bu bilgiler ışığı altında, sağlıklı bir yaşam için sağlıklı beslenmeye ve düzenli egzersiz yapmaya bir de düzenli ve yeterli uyku uyumayı eklememiz gerekiyor.

Bir uyku rahatsızlığı olan narkolepsiye hangi genlerin neden olduğu, aynı rahatsızlığı yaşayan köpeklerle yapılan araştırmalar sonucu belirlendi.



Kaynaklar

Rechtschaffen, A., Gilliland, M.A., Bergmann, B.M. ve Winter, J.B., "Physiological correlates of prolonged sleep deprivation in rats", *Science*, Sayı 221, s. 182-184, 1983.

Blumberg, M.S., "Beyond dreams: do sleep-realted movements contribute to brain development?", *Frontiers in Neurology*, Sayı 1, s. 1-10, 2010.

Lin, L., Faraco, J., Li, R., Kadotani, H., Rogers, W., Lin, X., Qiu, X., J de Jong, P., Nishino, S., ve Mignot, E., "The Sleep Disorder Canine Narcolepsy Is Caused by a Mutation in the *Hypocretin* (*Orexin*) *Receptor 2* Gene" *Cell*, Sayı 98, s. 365-376, 1999.

Walker, M. Secrets of the Sleeping Brain. http://fora.tv/2009/08/11/Matt_Walker_Secrets_of_the_Sleeping_Brain

İlay Çelik

Bilimsel Programlar Uzman Yardımcısı, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Su Geri Dönüşümü İçin Yeni Bir Hedef

Gri Su

Yaşamın kaynağı olan su bakımından dünyanın görece şanslı bir bölgesinde yaşıyoruz. Bu yüzden olacak, suyu dikkatli kullanmak ve boşa harcamamak gerekliliği toplumumuzda, su kaynaklarının sürdürülebilirliği için gerekli bir zorunluluktan çok ahlaki bir sorumluluk olarak görülüyor. Oysa dünyanın pek çok ülkesinde, özellikle içme suyu kaynakları konusunda sıkıntılar baş göstermeye başladı bile. Henüz bu tür sıkıntılarla yüzleşmemiş ülkelerin bazılarıysa ileri görüşlü davranarak olası su kıtlıklarına ilişkin öngörü çalışmaları yapıyor. Tüm dünyada pek çok hükümet ve başka yetkili organlar tükenmekte olan su kaynaklarını korumanın yollarını arıyor. Atık suların geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanımı bu konuda en ümit vaat eden stratejilerden biri olarak kabul ediliyor. Bu konuda yakın zamana kadar göz ardı edilmiş ve şimdilerde önem kazanmaya başlayan "gri su" geri dönüşümü ise geleceğin su geri dönüşüm stratejilerinde önemli bir yer tutacağa benziyor.



Thinkstock

>>>

İçme ve sulama suyuna erişim, dünyanın gelişmekte olan pek çok bölgesinde, özellikle Orta Asya ve Afrika'nın geniş kurak bölgelerinde büyük bir sorun. Suya olan talep, refah düzeyinin yükselmesiyle birlikte artan aşırı tüketim alışkanlıklarına ve nüfus artışlarına bağlı olarak sürekli artarken mevcut doğal su kaynakları bu talebi karşılamaya yetmiyor. Su kaynaklarının plansız ve aşırı tüketimi ekosistemlerde geri dönüşü olmayan hasarlara yol açıyor ki bunun örnekleri ülkemizde de yaşanıyor. Ayrıca doğal su kaynaklarının bir kısmı çevre kirliliği sonucunda kullanılamaz duruma geliyor. Su kaynakları iklim değişiminden de nasibini alıyor. Ortalama sıcaklıkların artması hem kuraklığa sebep olarak su kaynaklarını doğrudan etkiliyor hem de sulu tarım yapılan bölgelerde sulama suyu ihtiyacının artmasına sebep oluyor. Bugün 2 °C'lik bir küresel ısınma olması durumunda 1 ila 2 milyar insanın içme ve kullanma suyundan mahrum kalabileceği tahmin ediliyor.

Su kıtlığı çok ciddi ekonomik, sosyal ve politik sonuçlar doğurma potansiyeline sahip. 1998-2000 döneminde Kenya'da yaşanan kuraklığın, başta endüstriyel üretimi, sudan enerji üretimini, tarımı ve hayvancılığı etkilemek suretiyle ülkenin gayrı safi yurtiçi hasılasında % 16'lık bir düşüşe sebep olduğu tahmin ediliyor.

Sürdürülebilirlik planlamalarında su kaynaklarının korunması ve bu amaç doğrultusunda da atık suların geri dönüştürülmesi, doğal olarak en öncelikli konular arasında yer alıyor.

Kara Su, Gri Su

Geri dönüşüm denince aklımıza ilk gelen genellikle kâğıt, plastik, cam ve metal gibi katı atıklardır. Oysa atık sular da geri dönüştürülebilir. Suyun geri dönüştürülmesi, atık suların çeşitli işlemlerden geçirilerek çeşitli ihtiyaçlar için kullanılabilir hale getirilmesi anlamına geliyor. Endüstriyel süreçleri ve mekânları bir yana bırakırsak, mevcut yaygın sistemde yaşama alanlarından kaynaklı atık sudan anladığımız şeyse bir şekilde kullanılıp kanalizasyon sistemine aktarılan sular ya da sulu atıklar. Dolayısıyla atık su denince genellikle kanalizasyondaki suları düşünüyoruz. Ancak geri dönüşüm söz konusu olduğunda her atık su aynı sayılmıyor. Yaşama alanlarından kaynaklı atık sular kara su, koyu gri su ve açık gri su olarak üç sınıfta ele alınıyor.

Karasu olarak adlandırılan atık sular, tuvaletlerden kaynaklanıyor ve yoğun olarak hastalık yapıcı mikroorganizma ve yüksek düzeyde organik kirletici içeriyor. Koyu gri suyun başlıca kaynağı mutfak lavaboları. Koyu gri su da yine hastalık yapıcı mikroorganizmalar barındırıyor ve besin artıklarından ve sıvı ve katı yağdan kaynaklı çok miktarda organik kirletici içeriyor. Açık gri su ise banyo-tuvalet lavaboları, banyo küvetleri, duşlar, çamaşır makineleri ve benzeri kaynaklardan gelen suları temsil ediyor. Bu sularda da hastalık yapıcı mikroorganizmalar bulunabiliyor ancak bunların yoğunluğu diğer iki tür atık suya göre çok daha düşük oluyor. Organik kirleticiler diğer iki atık su türüne göre açık gri suda genellikle çok daha az bulunuyor.


Thinkstock

Gri suyun geri dönüştürülmesinin en önemli basamaklarından biri işte farklı özellikteki bu atık suların birbirine karışmadan ayrılması. Örneğin çoğu zaman banyo suyumuz ısınırken boşa akan litrelerce temiz suyun da dâhil olduğu gri suyun tuvalet atıklarıyla karışmasını engellemek mantıklı bir yaklaşım gibi görünüyor.

Kara su ve gri suyun bir arada bulunduğu standart kanalizasyon suları, yaygın olarak büyük merkezi arıtma tesislerinde toplanıp işlemlerden geçirilerek zararsız hale getiriliyor. Ancak genel kanalizasyon suyunun temizlenmesi gri suya göre daha zor ve masraflı. Bu yüzden ileride büyük ölçekli arıtma tesislerinde karışık haldeki kanalizasyon suları yerine gri suyun arıtılması tercih edilebilir.

Geri dönüştürülen gri sular toprak üstü ya da toprak altı sulama,tuvalet sifonlarını doldurma, araba yıkama, yıkanma (duş/banyo), peyzaj amaçlı havuzları doldurma gibi pek çok amaç için kullanılabiliyor; ancak dünya çapında en yaygın olarak toprak altı sulama ve tuvalet temizliğinde kullanılıyor.

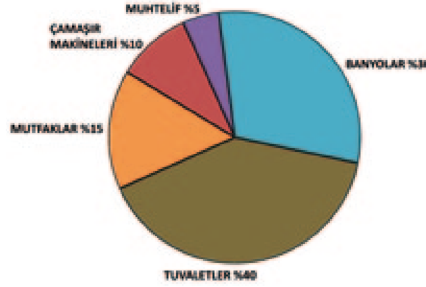
Gri Suyu Temizlemek

Gri suyu arıtmak için kullanılan teknolojiler, ihtiyaç duyulan arıtma düzeyi ve temizlenen suyun kullanılacağı alana bağlı olarak geniş bir çeşitlilik gösteriyor.

Ayırma düzenekleri gri suyu geri kazanmada kullanılan en basit araçlar. Bu düzenekler genellikle çamaşır makinelerinden ya da banyo giderlerinden gelen işlem görmemiş gri suyu bir toprak altı bahçe sulama sistemine aktarıyor. Toprak altı damla sulama sistemi su ile insanın temasını en aza indirdiği için gri suyla sulamada en çok kullanılan yöntemlerden biri. Bu tür gri su sistemleri suyu doğal akışıyla dağıtabildiği gibi bir depoda biriktirip bir pompa yardımıyla da dağıtabiliyor. Mutfak lavabolarından su alan sistemlerde katı yağı ve başka katı atıkları tutarak sulama borularında tıkanıklığı önlemeye yarayan düzenekler bulunabiliyor.

Kum filtreleri genellikle atık sudaki kirleticileri tutan ve yüzeyinde toplayan kum yataklarından oluşuyor. Bu sistemler tasarıma bağlı olarak iki tür arıtma işlevi görebiliyor. Öncelikle tanecikli yapıdaki maddelerin ayrılmasını sağlıyor. Öte yandan bu filtreler biyo-süzme işlevi de görebiliyor ki bu işlem gri su içindeki hem çözünebilen hem de tanecikli yapıdaki organik kirleticilerin süzülmesini ve bir yüzeye tutunup biyolojik olarak parçalanmasını içeriyor.

Havalandırmalı biyolojik arıtma sistemleri, temelde gri suyu havalandırarak gri su içindeki bakterilerin oksijen yardımıyla organik kirleticileri parçalaması prensibine dayanıyor. Bu tür sistemlerden bazıları bakterilerin, üzerine tutunup çoğalabileceği destek düzenekleri içeriyor. Havalandırmalı biyolojik arıtma işlemini genellikle asılı haldeki bak-



Ortalama bir evden bir günde çıkan atık suyun kaynaklarına göre yaklaşık dağılımı.

terilerin uzaklaştırılmasını sağlayan bir berraklaştırma işlemi takip ediyor. Kullanım amacına göre gerekirse elde edilen su, bakterileri, virüsleri ve başka hastalık yapıcı mikroorganizmaları etkisiz hale getiren bir dezenfeksiyon işleminden geçiriliyor. Bu işlemlerde en yaygın kullanılan dezenfeksiyon yöntemleri klor, morötesi ışık ve ozonla yapılanlar.



The Regenerative Cooperation of Pomona, REGEN

Pomona'daki bir kooperatif, bir havuzda topladıkları gri suları bir arıtma ünitesinden geçirerek bahçe sulamada kullanıyor. Özellikle ABD'de bu tür el yapımı sistemler çok yaygın.

Gri su arıtımında kullanılan bir başka yöntem de elektro-çöktürme işlemi. Bu işlemde gri suya elektrotlar yoluyla çöktürücü metal iyonları veriliyor. Bu iyonlar su içerisinde çözünmüş durumdaki kirleticilerin çökelmesini ve böylece gri sudan kolayca ayrılabilmesini sağlıyor.

Gri suyu arıtmak ya da arıtmadan doğrudan kullanmak için insanların bireysel çabalarıyla oluşturdukları ve kullandıkları sistemlerin yanı sıra patentli sistemler de var. Bu sistemlerin bazıları tek tek konutlara uygulanabilirken bazıları gri suyun çeşitli büyüklüklerde bina topluluklarından toplanarak merkezi biçimde işlenmesini sağlıyor. Sistemler yukarıdaki yöntemlerden birini veya birkaç yöntemi bir arada kullanabiliyor. Bazı sistemler ise daha karmaşık ve gelişmiş teknolojilere dayanıyor.

Gri Su Geri Dönüşümü İşe Yarayabilir mi?

Gri suyun geri dönüştürülmesine yönelik sistemler yeni yeni geliştirildiği için ve merkezi sistemler henüz yaygın olmadığı için maliyetler yüksek, bu yüzden de sistemlerin kendilerini amorti etme süreleri uzun olabiliyor. Gri su geri dönüşümünün yaygınlaşmasının önündeki en büyük engellerden biri, pek çok ülkede bu konuda yasal bir boşluk bulunmasından dolayı gri suyun geri dönüştürülmesine ve yeniden kullanılmasına resmi olarak izin verilememesi. Zaten bu sistemlerin birçoğunun kayıt dışı olarak çalıştırıldığı biliniyor. Bu konuda yeterince bilimsel araştırma ve veri olmaması da mevzuat düzenlemeleri yapılmasını ayrıca zorlaştırıyor. Yöneticiler de konuya tedbirli yaklaşmayı tercih ettiklerinden genellikle gri suyun geri dönüştürülmesine olumsuz bakıyorlar.

Gri su konusundaki en yaygın çekince, bu suların hastalık yapıcı mikroorganizmaların insanlara bulaşmasına sebep olma ihtimali. Bunun dışında gri suyun arıtılma düzeyine uygun olmayan kullanımının da çeşitli sorunlara yol açabileceği düşünülüyor. Örneğin hiç arıtılmadan sulama için kullanılan gri sulardaki tuzların toprak tuzlanmasına yol açabileceği düşünülüyor.

Thinkstock

Günümüzde büyük ölçekli su geri dönüşümü rutin olarak kara ve gri suyun bir arada bulunduğu kanalizasyon sularını arıtan merkezi tesislerde yapılıyor.

Gri su geri dönüşüm sistemlerinin yaygınlaşamamasının bir sebebi de mevcut su geri dönüşüm sistemlerinin tamamen kara su ve gri suyun bir arada bulunduğu kanalizasyon suyunun arıtıldığı arıtma tesislerine göre tasarlanmış olması. Örneğin gri su geri dönüşümü her şeyden önce binalardaki sıhhi tesisatın değiştirilmesini ve eğer büyük çaplı merkezi tesisler söz konusuysa kanalizasyon sistemlerinin de yeniden yapılandırılmasını gerektiriyor.

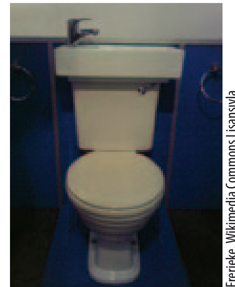
Gri su geri dönüşümü şu an ekonomik açıdan çok kârlı görünmese de gelecekte yaşanacak su kıtlıklarında suyun piyasa değerinde oluşabilecek artışlar bu durumu değiştirebilir.

Bugün dünyada gri suyun geri dönüştürülmesine yönelik uygulamalarda Avustralya başı çekiyor gibi görünüyor. ABD, Kanada ve çeşitli Avrupa ülkelerinde de gri su geri dönüşüm sistemleri yaygınlaşıyor. Ayrıca Çin'deki hızlı ekonomik gelişmenin yarattığı su krizi sonucunda bu ülkede de gri su geri dönüşümü önem kazanmaya başladı.

Gri Suyun Geleceği

Nüfus artışı ve göç eğilimleri sonucu gelecekte yaşanacak su kıtlığının dünyanın kurak ve yarı kurak bölgelerinde daha da şiddetli biçimde yaşanacağı artık tüm dünyada kabul edilen bir gerçek. İklim değişiminin yaratacağı etkilerin bu durumu büsbütün kötüleştireceği tahmin ediliyor.

Şimdiden dünyada yaşanmakta olan ve artacağı öngörülen su sıkıntısı konusunda insanların daha bilinçli hale gelmeye başlaması, hane ölçeğinde gri suları geri dönüştürme konusundaki güdülenmeyi güçlendiriyor. Kamuoyundaki bu yönelimin gelecekte bu konuda yasal düzenlemelerin ve bilimsel araştırmaların yaygınlaşmasını sağlayacağı düşünülüyor. Isınmakta ve görünüşe göre "kurumakta" olan dünyamızda gri su geri dönüşümü geleceğin önemli su koruma stratejilerinden birini oluşturabilir.



Frerieke, Wikimedia Commons Lisansıyla

Gri su geri dönüşümü için tasarlanmış bu çok basit düzenek lavabodan akan atık suyu klozetin rezervuarını doldurmak için kullanılıyor.

Kaynaklar
Winpenny J., Heinz I., Koo-Oshima S., "The wealth of waste: The economics of wastewater use in agriculture", Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Roma 2010
"Capital Regional District Greywater Reuse Study Report", NovaTec Consultants Inc., Kasım 2004
"Recycling Water: A Conservation Strategy for the 21st Century", Capital Regional District Water Advisory Committee, Nisan 2003

Yüksel Atakan

Dr., Radyasyon Fizikçisi
ybatakan@gmail.com

Baz İstasyonları, Çevrelerindeki Ölçümler ve İnsana Etkileri

Mobil İletişim Nasıl Sağlanıyor?

Bugün artık neredeyse herkes cep telefonu kullanıyor.
Birçok kişi cep telefonlarıyla sadece konuşmakla kalmıyor, bunlarla ve başka taşınabilir aletlerle tüm dünyayla iletişim kurabiliyor, yazı, resim, video aktarımı gibi olanaklardan ve internetten kablosuz yararlanabiliyor.
Cep telefonlarının türleri ve kaliteleriyle ilgili ayrıntılı bilgiler edinilmesine karşın, pek az kişinin bunların ve taşınabilir başka aletlerin iletişimini sağlayan sistemlerin ve "baz istasyonları ağının" teknik yapısıyla ve çalışma sistemiyle ilgili bilgisi var. Bu nedenle, baz istasyonlarının kent dışına çıkarılması gibi teknik olarak yerine getirilemeyecek istekler, zaman zaman medyada yer alıyor.
Bu yazıda, mobil iletişimi sağlayan teknik sistemler, bunların çalışması, baz istasyonlarından ve cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların özellikleri, insana olabilecek etkileri, ilgi sınır değerler, çevredeki ölçümler konuya yabancı olanlar için basitleştirilerek ve bir miktar ayrıntıya girilerek açıklanıyor.

>>>

Mobil İletişim

Radyo ve televizyon yayınları bir kule antenden, yüksek elektriksel güçte, genellikle 100 km'den daha büyük uzaklıkları kapsayacak şekilde yapılıyor. Bilindiği gibi, bu çeşit yayınlar antenden dinleyici ya da izleyiciye doğru tek yönlü, karşılıklı değil. Cep telefonlarının birbirleriyle ya da sabit telefonlarla karşılıklı iletişimi ise baz istasyonlarının bulunduğu sistem ağı aracılığıyla yapıldığından radyo ve televizyon yayınlarından çok farklı.

İki cep telefonu arasında iletişim nasıl sağlanıyor? Telefonlaşırken bu iki alet -hatta aynı yerde, yan yana dursalar bile- hiçbir zaman doğrudan iletişimde bulunmuyor. Aynı yörede oturan iki kişi arasındaki iletişim, cep telefonları antenleriyle o yöredeki baz istasyonları antenleri arasında gidip gelen elektromanyetik dalgalara modülasyonla yüklenmiş olan bilgilerin, bigisayarlar aracılığıyla düzenlenip aktarılmasıyla sağlanıyor. Farklı bölge ya da ülkeler arasındaki iletişimde ise cep telefonundan baz istasyonuna aktarılan konuşma (ya da herhangi bir veri) kablo (ya da kablosuz verici antenlerden yayılan dalgalar) aracılığıyla alıcının bulunduğu bölgeye iletilip oradaki yakın bir baz istasyonundan alıcının telefonuna ya da başka bir alete (örneğin ipad, laptop) ulaştırılıyor.

Baz istasyonları, evlerin çatısına ya da direklerin tepelerine takılan antenler ile bunların alt bölümlerine yerleştirilen, elektronik devrelerin bulunduğu kutulardan oluşuyor. Cep telefonlarıyla karşılıklı iletişim, ancak çok sayıda küçük hücrenin oluşturduğu bal peteği şeklindeki baz istasyonları ağı yardımıyla sağlanıyor. Her bir baz istasyonu, birkaç yüz metreyle onlarca kilometre arasında değişen çevresiyle iletişimdedir ve kablolu ya da kablosuz olarak "baz istasyonları ağı"yla bağlantılıdır. Her bir hücrede ancak belirli sayıda kişinin aynı anda konuşabilmesi iletişime sınırlama getiriyor. Her bir baz istasyonu aynı anda 20 ile 90 arasında kişinin konuşmasını sağlayabiliyor, veri (resim) aktarımında ise bu sayı 2 ile 20 arasına iniyor.

Özellikle kent merkezlerindeki yoğun telefonlaşmalarda aynı anda çok sayıda kişinin cep telefonuyla iletişim kurabilme gereksinimi, her birkaç yüz metrede bir baz istasyonu kurulmasını gerektiriyor. Ayrıca cep telefonu aküsünün çabuk bitmemesi ve cep telefonunun yaydığı elektromanyetik dalgaların konuşanı olduğunca az etklemesi amacıyla cep telefonlarının düşük elektriksel güçte çalışması ve buna rağmen baz istasyonuyla iletişimde olması gerekiyor. Bu ise ancak baz istasyonu yakınlardaysa sağlanabilir. Böylelikle baz istasyonu da çok daha düşük elektromanyetik güçte çalışarak cep telefonuyla iletişim kurabiliyor ve halkın baz istasyonlarından etkilenmesi son derece düşük düzeyde tutulabiliyor. Öte yandan, baz istasyonlarının sayısı arttıkça, aynı frekanslar çeşitli bölgelerde tekrar kullanılarak, zaten sınırlı olan frekanslar değerlendirilebiliyor.

Mobil iletişimi sağlayan sistemler

GSM: Mobil iletişim için küresel sistem (Global System for Mobile Communications)

(Avrupa Birliği'nde GSM frekans aralığı: 900-1800 MHz)

1990'lı yıllarda dünyada yayılmaya başlayan ve bugün de çok kullanılan GSM sistem standardı (2G: 2. Kuşak Teknolojisi) ilk dijital (sayısal) sistem ağıdır; ondan önceki A, B ve C analog sistem ağlarını (1G: 1. Kuşak) devre dışı bırakmıştır. Bugün dünyada 3 milyardan fazla insan GSM sistemlerinden yararlanmakta. GSM sisteminde ulaşılabilecek uzaklık en çok 38 km kadardır. Bu sistemde 9,6 ile 14,4 kBit/s (kilobit/saniye) bant genişliğinde veri aktarma hızlarına ulaşılabiliyor.

UMTS: Evrensel Mobil İletişim Systemi (Universal Mobile Telecommunications System)

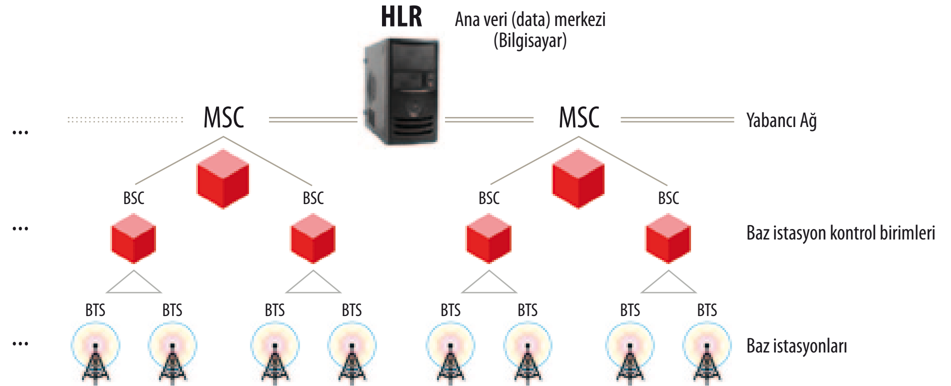
Cep telefonu kullanıcısı konuşmanın yanı sıra veri alıp vermek, örneğin interneti kullanmak, müzik dinlemek, video izlemek, fotoğraf göndermek isteyebilir. Bugünkü modern iletişim çağında GSM'nin sunduğu 14,4 kBit/saniyelik veri aktarma hızı, dakikalarca beklendiği ve iletişimin fiyatını otomatik olarak belirlemede yetersiz kaldığından UMTS (3G: 3. Kuşak Teknolojisi) doğmuştur. UMTS sistemiyle 384 kBit/s hızında veri aktarımı sağlanabiliyor. 2004'den beri kullanılan bu sistemde fiyatlandırma paket halinde yapılıyor. Modern cep telefonları her iki standartla da çalışabiliyor. İlgili bölgede GSM ya da UMTS sisteminin hangisi kurulu ise cep telefonu otomatik olarak o sisteme geçiyor. UMTS sisteminde hücreler çok daha küçük, örneğin binaların içinde bu uzaklıklar çok azalıyor. Bunun sonucunda baz istasyonlarının yayın güçleri de düşüyor (1Watt'ın altına iniyor), insana etkisi de iyice azalıyor.

HSDPA: Yüksek Hızlı Veri Paketi İndirme Erişimi (High Speed Downlink Packet Access)

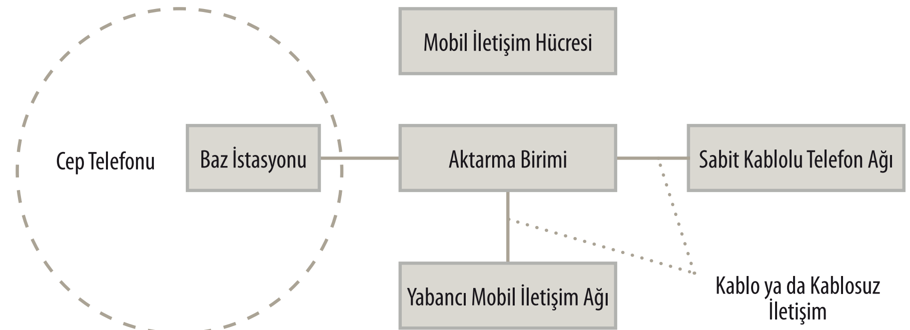
UMTS'yi daha da hızlandırmak için gelişmeler sürüyor. HSDPA, UMTS'den daha hızlı. Bu sisteme 3,5 Kuşak Teknolojisi de (3,5G) deniyor. Almanya'da bu sistemi bazı sunucular 2006 yılında nüfusu 50.000'den fazla olan yerlerde kullanmaya başladı ve 7200 kBit/s (=7,2 MBit/saniye) hızına ulaştılar.

Tüm dünyada bugün 70 ülkede 150 ağ, genişletilmiş UMTS ya da HSDPA ile donanımlı olarak çalışmakta ve bu sayılar gitgide artmakta. HSDPA'nın, orta sürede, 28,8 MBit/saniye hızına çıkarak DSL ile bağlantı kurması planlanmakta. Kuramsal olarak 50 MBit/saniye değerine ulaşılabiliyor, ki bu da çok yüksek hızlardaki VDSL (Very High Speed Digital Subscriber Line) internet düzeyi demek. UMTS / HSDPA, DSL'nin bulunmadığı yerlerde DSL'ye seçenek olarak kullanılabiliyor.

LTE: Uzun Dönemli Evrim (Long Term Evolution) Önümüzdeki yıllarda kurulacak bu 4G (4. Kuşak) ağıyla, alışılagelmiş telefon prizi bağlantıları yavaş yavaş ortadan kalkacak ve bugün DSL'nin ulaştığı 16 MBit/saniye epey geride bırakılarak 300 MBit/saniyelik (downstream) hızlara ulaşılabilecek.



Şekil 1 Mobil iletişimde düzen (Kaynak: www.teltarif.de)



Şekil 1a Mobil iletişim

Cep Telefonlarıyla Baz İstasyonlarının İletişim Tekniği

Cep telefonu kullanıldığı anda yakınındaki bir baz istasyonuyla (BTS: Base Transceiver Station) iletişim kurmaya çalışıyor. UMTS ağında buna B-düğüm noktası deniyor (UMTS'in ayrıntıları için çerçeve içine bkz.). Baz istasyonlarından bir bölümü "Baz İstasyon Kontrol" (BSC: Base Station Controller) birimiyle bağlantılı. BSC, cep telefonunun çıktısını sistem ağındaki hücrelere aktarma işlevi görüyor. Örneğin otomobille giderken konuşmanın bir baz istasyonundan diğerine aktarılarak kesilmemesini bu BSC'ler sağlıyor. Baz istasyonları ve bunları kontrol eden birimler, mobil anahtarlama noktalarınca (MSC: Mobil Switching Center) yönetiliyor. Burada hangi müşterinin o anda "konuk" olarak MSC bölgesinde bulunduğuyla ilgili "konuk yeri veri kaydı" (VLR: Visitor Location Register) denilen bir veri tabanı yer alıyor. İşlem için gerekli ana verileri VLR, Ana Veri Merkezi'nden sağlıyor (HLR: Home Location Register) (Şekil 1 ve 1a)

Bir cep telefonu kullanılmadan belirli bir yerde durduğu sürece herhangi bir yayın yapmıyor -sadece arada bir (belirli saat aralıklarında, genellikle 1 ile 6 saat arasında) 1 saniye kadar süren kısa bir sinyal yollayarak baz istasyonuna yerini belli ediyor (Sürekli iletişimde olursa aküsü kısa sürede biteceğinden ve gereksiz yere radyasyon yayacağından). Cep telefonu, örneğin bir otomobilin içinde uzun bir yolda her yayın hücresinden geçip ayrıldığında kısa bir sinyalle yeni yerini haber verir. Cep telefonu sadece telefon konuşmaları, yazı, resim gibi veri aktarımı sırasında, ve yayın hücresini değiştirdiğinde yerini belirli aralıklarla belli ederken baz istasyonuyla iletişim kuruyor. Modern iletişim sistemlerinde analog konuşma sinyali digital (sayısal) sin-

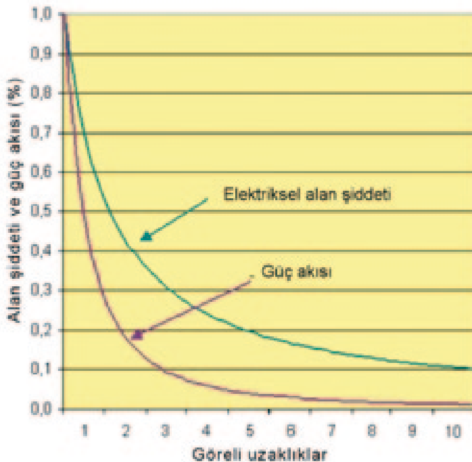
Şekil 1b



yallere (sıfırlara ve birlere) dönüştürüldüğünden, bunlar antenden doğrudan verilemiyor. Yüksek frekanslı sinyal, digital konuşma bilgisinin modülasyonla yüklendiği taşıyıcı olarak kullanılıyor. Aktarma sırasında kapasite kazanılması için GSM sisteminde konuşma sinyalleri sürekli olmayıp birbirlerini izleyen veri paketleri halindedir. Bu paketler her 4,6 milisaniyede bir (saniyede 217 kez yani 217 Hertz frekansla) baz istasyonuna aktarılıyor ve bu işlem 0,577 milisaniye sürüyor. Buna "pulslu sinyalleme" deniyor (Şekil 1 b). Telefon konuşması sırasında cep telefonu sürenin sekizde biri kadar yayın yaparken, arta kalan sekizde yedi sürede yayın yapmıyor. Baz istasyonu bu 7/8 süreyi kullanarak başka telefonlarla iletişimi sağlıyor. Bu nedenle bir baz istasyonunun yayını -genellikle birçok cep telefonu ara vermeden baz istasyonuyla iletişim kurduğu için- çok daha süreklidir (özellikle gündüzleri). UMTS sisteminde iletişim bir kodla sürekli olarak yapılır (GSM'deki gibi veri paketleriyle değil). Cep telefonu bu sistemde bir kaç baz istasyonuyla iletişimde olduğundan, telefonun, yer değiştirirken, baz istasyonuna haber vermesi gerekmez.

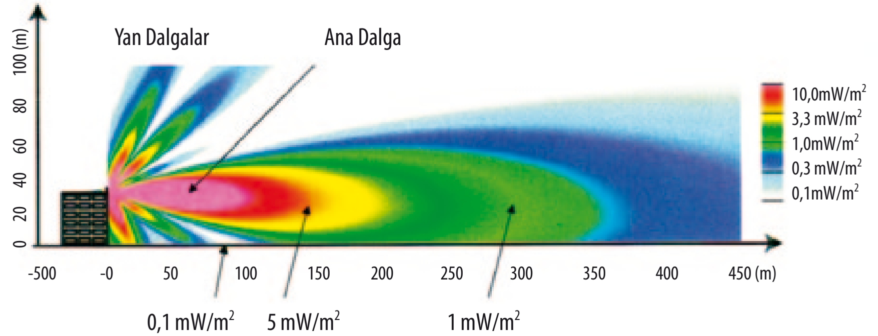
Cep telefonuyla baz istasyonu arasındaki iletişim iyi değilse (örneğin aradaki binalar engel oluşturuyorsa) hem baz istasyonunun hem de cep telefonunun daha yüksek güçte çalışması gerekebilir. GSM cep telefonları en çok 1-2 Watt güçte çalışabilir. Konuşmalarda ulaşılabilecek ortalama değer ise 125-250 miliWatt arasındadır. (Watt elektriksel güç birimi olup, 1 miliWatt, binde bir Watt"tir)

Şekil 2 Elektriksel alan şiddeti ve güç akısının baz istasyonundan uzaklaştıkça keskin düşüşü



Baz İstasyonlarından Yayınlanan Elektromanyetik Dalga Demetlerinin Özellikleri

Bir baz istasyonu, bir deniz fenerinin yaydığı ışın demetine benzer şekilde, belirli doğrultularda yayın yaptığı için, dalgalar antenin dibine ve yanlarına ulaşamaz ve buralarda bir etki beklenemez. Yayın doğrultusunda, antenden uzaklaştıkça elektriksel alan şiddeti (Volt/m) uzaklıkla ters orantılı olarak azalırken, insan vücudunu etkilemede önemli olan elektriksel güç akısı (Watt/m^2) uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak azalır (Şekil 2).



Şekil 3 Baz istasyonu anteninden ileriye ve yanlara doğru gidildikçe elektiksel gücün azalması

Bu nedenle elektromanyetik dalganın, yayılma doğrultusuna dikey duran bir yüzeye ya da insan vücuduna etkisi hem antenden uzaklaştıkça hem de yayın demetinden yanlara doğru açıldıkça büyük oranda azalır (Şekil 3).

Bir baz istasyonu çevresinde herhangi bir noktadaki elektriksel güç akısı çeşitli değişkenlere bağlı. Bunlar antenin yayın gücü (Watt), elektromanyetik demetin şekli (dar ya da geniş olması, ki bu anten kazancıyla belirleniyor), antenden uzaklık, antenin dikildiği yükseklik, anten ile kişi (ya da cep telefonu) arasındaki binalar, ağaçlar, tepeler gibi engeller, günün saati ve hava koşullarıdır. GSM 1800 ve UMTS 2000 baz istasyonları ağlarında yayın gücü genellikle her bir kanal için 40 Watt'tır. Antenle kişi ya da cep telefonu arasındaki binalar, beton duvarlar, tepeler ve evlerdeki metal katkılı camlar elektromanyetik dalgaları soğurup geriye yansıttıklarından bunların arkasında elektriksel güç akısı "bindebir"e bile inebilir ve cep telefonu ya çok daha fazla güçle çalışmak zorunda kalır ya da bağlantı kurulamaz. Her baz istasyonunun günün tüm saatlerinde tam güçte çalışması gerekmediğinden gücün düşürüldüğü saatlerde (örneğin geceleri sadece gerektiğinde yayın yapılabiliyor) çevredeki etki de bu nedenle düşer.

Ulaşılması gereken uzaklığa göre dar ya da geniş yayın demeti oluşturacak antenler seçiliyor (Şekil 4a ve 4b). Bunların anten kazançları 1,6 ile 130 arasında olabilir. Baz istasyonu antenleri genellikle belirli doğrultudaki bir bölgeyi kapsa-

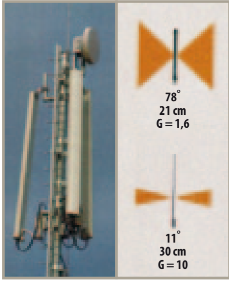
Sınır değerler

Elektromanyetik dalgaların vücuda etkisinde önemli olan, baz istasyonundan belirli bir uzaklıkta bulunan bir kişiye o noktadaki güç akısının aktardığı enerjidir; bu SAR ile gösterilen Özgül Soğurma Hızı'dır (Specific Absorption Rate) (Watt/kg birimli).

Vücutta 30 dakikada 1 derecelik sıcaklık artışına yol açan elektriksel güç 4 Watt/kg kadardır. Bu değer temel SAR sınır değeri olarak kabul ediliyor. İlgili mesleklerde çalışanlar için bunun 1/10'u olan 0,4 Watt/kg ve bunun da 1/5'i olan 0,08 Watt/kg halktan bir kişinin "tüm vücut ışınlanması" için sınır değer olarak kabul ediliyor. Bu ise vücutta 1 derecenin 50'de biri kadar bir sıcaklık artışı demek. Vücudun baş bölgesi için sınır değer 1,6 Watt/kg.

0,08 Watt/kg'lık sınır değere eşdeğer olarak Volt/m ve Watt/ m^2 birimlerinde sınır değerler türetilmiştir. Bunlar sırasıyla 900 MHz için 41V/m, 4,5 Watt/m^2 ve 1800 MHz için 58 V/m ve 9,2 Watt/m^2'dir. 2 GHz ile 300 GHz arasındaki yüksek frekanslar için türev sınır değerler ise elektriksel alan şiddeti için 61,4 V/m ve güç akısı için 10 Watt/m^2'dir (ICNIRP/kaynaklara bkz./: İyonlayıcı olmayan ışınlardan korunma ölçütlerini belirleyen uluslararası üst kurul).

Türkiye'de sınır değerler 2001 yılında yayımlanan ilgili yönetmeliğe göre, ICNIRP "yönlendirici sınır değerlerinin" dörtte biri kadardır ve 900 MHz frekansla yayın yapan baz istasyonları için elektriksel alan şiddeti 10 Volt/m'dir. 1800 MHz frekansı için ise sınır değer 14 Volt/m'dir (Sınır değerlere göre, Türkiye'deki uygulama daha koruyucudur).



Şekil 4a Bir baz istasyonunun 120 derece açılarla, 3 bölgeye doğru yönlendirimiş sektörel antenleri

Şekil 4b Geniş ve dar açılı dalga demetli antenlere örnekler (düşey kesitler, G: Anten kazancı ve anten uzunlukları: cm)



Fizik Y. Müh., Dr. Yüksel Atakan Türkiye'nin ilk radyasyon fizikçilerindendir. 1961'de AÜ Fen Fakültesi Fizik bölümünü bitirdikten sonra Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi ve Ankara DSİ Radyoizotop Laboratuvarı'nda görev yaptı. 1972'de Heidelberg Üniversitesi'nde doktora yaptıktan sonra nükleer santrallerin projelendirilmesinde Almanya'da AAB ve Siemens'de 25 yıl çalıştı. 1981 ve 1984'te Akkuyu'da planlanan nükleer santralin işletme öncesi ölçümleri ve radyasyondan korunma konularında IAEA ve TAEK uzmanı olarak görevler üstlendi. Üç kitabı (ikisi çeviri), ABD, Almanya ve Türkiye'de yayımlanmış teknik ve bilimsel çok sayıda yazıları vardır.

yacak "sektör antenleri"dir, ancak her yönde yayın yapan antenler de olabilir. Sektör antenleri, elektromanyetik dalgaları bir projektör gibi yatay ve dikey doğrultularda, demetler halinde yayıyor. Bir anten direğine genellikle 120^{0}'lik açıyla 3 adet baz istasyonu takılarak o doğrultudaki bölgeler kapsanıyor. Böylelikle belirli bir yayın gücünde aynı anda konuşma sayısı 3 kat çoğaltılarak 60 ile 90 arasına ulaşılabiliyor.

Birçok kişi bazı baz istasyonlarının büyük antenlerinin çok elekromanyetik dalga yayarak yakınında oturanları daha çok etkilediğini düşünüyor. Bu düşünce tümüyle yanlıştır. Örneğin bir binanın çatısındaki böyle bir anten deniz feneri gibi, belirli bir yönde ışın demeti biçiminde dalga yaydığından, antenin altında kalan bina katlarına ve yakın çevreye bu dalgalar ulaşmaz ve etkileri de Şekil 3'te görüldüğü gibi önemsiz derecede azdır.

Baz istasyonları Çevresinde Yapılan Ölçümler

Kentlerde daha sık baz istasyonu bulunması, cep telefonumuzun yakınımızdaki baz istasyonuyla daha düşük alan şiddetinde çalışmasını sağlayacak ve telefonumuzdan çok daha az etkilenmemizle sonuçlanacaktır. Bir baz istasyonunun (antenin) yaydığı elektromanyetik dalgaların 20-30 metre yakınında bile vücudumuzda oluşabilecek etki, bunların çevrelerinde yapılan alan şiddeti ve elektriksel güç akısı ölçümlerine göre, genellikle çok düşük. Almanya'da baz istasyonu çevresinde 865 noktada yapılan elektriksel alan şiddeti ölçümlerinde, baz istasyonundan 200 metre uzaklığa kadar, ölçümlerin büyük çoğunluğu sınır değerin %10'undan da daha düşük değerlerle sonuçlanmıştır. Bu da vücut için önemli olan elektriksel güç akısı sınır değerinin sadece %1'ine eşdeğerdir. (Şekil 5).

ICNIRP, rastgele seçilen 127 GSM baz istasyonu çevresinde yapılan elektriksel güç akısı ölçümlerinin, antenden 1 m uzaklıkta 0,02 Watt/m^2, 10 m uzaklıkta 0,003 Watt/m^2 ve 100 m uzaklıkta 0,000002 Watt/m^2 ortalama değerleriyle sonuçlandığını açıklıyor.

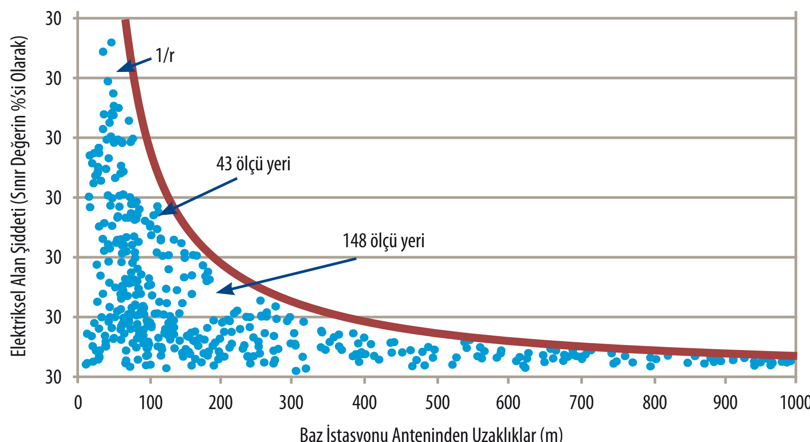
Almanya'da yetkili kurumlarca yapılan taramada, piyasadaki cep telefonlarının baş bölgesi için 0,1 ile 1,94 Watt/kg ve tüm vücut ışınlanması için 0,003 ile 1,87 W/kg arasında SAR değerleri gösterdiği ve telefonların %30'unun baş bölgesiyle ilgili SAR değerlerinin 0,6 Watt/kg'dan daha küçük olduğu bulunmuştur.

Türkiye'de baz istasyonları çevresinde yapılan ölçümler Ulaştırma Bakanlığı Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) tarafından denetleniyor. BTK açıklamalarına göre baz istasyonlarının çevrelerinde yapılan ölçümlerde sınır değerler aşılmamış (11.03.2010 tarihli www.turknet.com açıklaması). Örneğin Ege bölgesindeki 11 ilde baz istasyonları yakınlarında yapılan ölçümlerde ortalama elektriksel alan şiddeti değeri 4,5 Volt/m (sınır değerin çok altında).

Bursa Nilüfer Belediyesi'nin Sakarya Üniversitesi ile birlikte yürüttüğü araştırma projesi çerçevesinde gerek baz istasyonları gerekse yüksek gerilim hatları (YGH) ve trafoların yakınlarında yapılan ölçümlerde (2007) baz istasyonlarıyla ilgili sınır değerler aşılmazken, YGH yakınlarında ve altlarında 5000 V/m olan sınır değer birçok yerde iki kat kadar aşılmış. Halkın baz istasyonlarına karşı gösterdiği duyarlılıktan çok daha fazlasını yüksek gerilim hatlarına göstermesi gerektiği proje raporunda vurgulanıyor. Şekil 6'da görüldüğü gibi ölçümler, çeşitli kablosuz iletişim sistemlerinde sınır değerlerin aşılmadığını, baz istasyonları çevresindeki ölçüm sonuçlarının cep telefonlarıyla ilgili olan değerlerin çok altında kaldığı görülüyor.

Sonuçlar

Yukardaki açıklamalardan, Şekil 1 ve 1a'da görüldüğü gibi, mobil iletişim ancak baz istasyonları, bal peteği şeklinde tasarlanmış alanları kapsayacak şekilde ve tüm yardımcı elektronik otomatik sis-



Şekil 5: Baz istasyonları çevresinde yapılan elektriksel alan şiddeti ölçüm sonuçlarının (sınır değerlerin yüzdeleri olarak) antenden uzaklaştıkça dağılımı (865 ölçüm değerinin sadece 43'ü elektriksel alan şiddeti sınır değerinin %10'undan ve güç akısı sınır değerinin %1'inden daha fazla)

Vücuttaki etkiler

Baz istasyonlarından yayınlanan yüksek frekanslı dalgaların enerjileri iyon çiftleri oluşturacak kadar yüksek olmadığından, bunlar vücutta "iyonlayıcı olmayan" etkilere neden olabiliyor. Bu güne kadar, bu çeşit etkilerin araştırıldığı 40.000 ile 50.000 arasında bilimsel çalışma var. Tüm bu araştırmalar, laboratuvarda hücre kültürleri, hayvanlar ve modeller üzerinde yapılan deneylerden ve epidemiyolojik çalışmalardan oluşuyor.

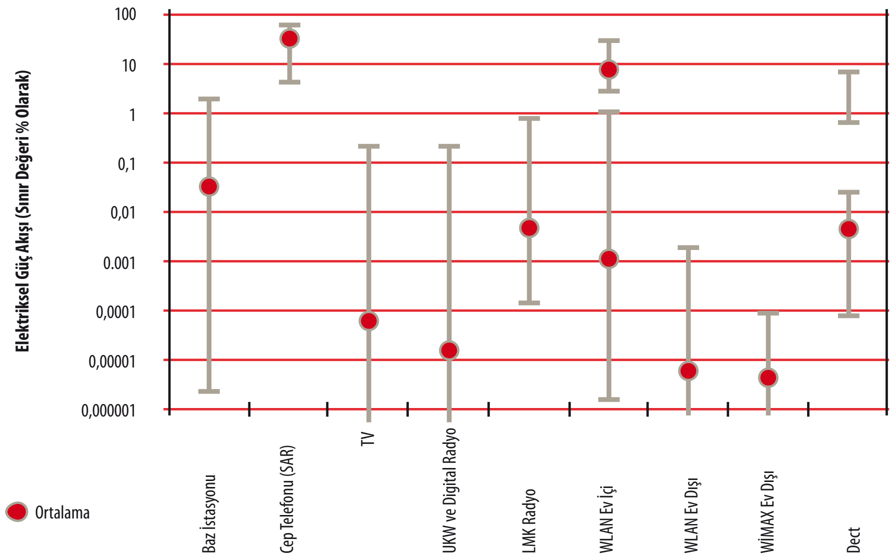
Yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar (alanlar) vücutta hücrelerdeki elektriksel yüklere kuvvet uyguluyor. Ortaya çıkan elektriksel potansiyel farklarıyla oluşan elektriksel akımlar bazı yerlerde, örneğin hücre zarlarında reaksiyonlara neden olarak ısıl olmayan etkiler doğurabiliyor. Bu çeşit etkiler 10 MHz'den daha düşük frekanslarda sinir hücreleri için etkili olabiliyor. 10 MHz-300 GHz bandındaki (UMTS) daha yüksek frekanslarda, elektromanyetik alanın çok hızlı değişmesi sonucu bu çeşit etkiler ortaya çıkamıyor. Elektromanyetik dalgaların elektriksel yüklere kuvvet uygulaması, elektronlarda, atomlarda ve örneğin sudaki dipollerde daha hızlı dönme ve titreşimlere yol açıyor.

Atomların ve moleküllerin hareket enerjileri sürtünme kayıplarına uğrayınca, bulundukları ortam ısınıyor. Vücuttaki ısınma sonucu "ısıl etkiler" görülebiliyor. Isınma, sadece frekansa, alan şiddetine ve etkilenme süresine değil, aynı zamanda vücut dokusunun elektriksel özelliklerine de bağlı. Frekans arttıkça dalganın vücuda girme derinliği azalıyor. UMTS'de bu derinlik 1 cm'den daha az. Isıl etkiler, vücutta ısı artması sonucu ortaya çıkarken, ısıl olmayan etkilerin, elektromanyetik dalgalardan bir miktar enerji alan moleküllerin daha ilk hareketleri sırasında bulundukları ortamla reaksiyona girmeleri şeklinde (henüz belirgin bir ısıya dönüşemeden) gerçekleşebileceği düşünülüyor. Ancak ısıl olmayan bu çeşit olayların vücuda yapabileceği olumsuz etkilerle ilgili henüz bilimsel kanıtlar yok.

Uluslararası ve ulusal yetkili kurumların belirledikleri sınır değerler ısıl etkilere dayanıyor. Bu konuda bugüne kadar bilimsel araştırmalardan elde edilen sonuçlara göre, sınır değerlerin altında kalındığı sürece, bunların yaydığı elektromanyetik dalgaların sağlığımızı olumsuz etkilemesi beklenmiyor.

temlerle birlikte çalıştığında sağlanabiliyor. Bu nedenle baz istasyonlarının kent dışına taşınması ve kule antenlerle yayın yapılması olasılığı, bu sistemin bir bütün olarak çalışmaması ve aynı anda çok sayıda kişinin iletişim kuramamasıyla sonuçlanır. Kaldı ki kule antenlerin daha büyük elektriksel güçte çalışması sonucu hem çevredekiler elektromanyetik dalgalardan çok daha fazla etkilenecek ve hem de sadece çok dar bir bölge kapsanabileceğinden çok kimse telefonunun çekmediğinden yakınacaktır. Bu nedenlerle daha sık baz istasyonu bulunması, hem baz istasyonlarının ve hem de cep telefonlarımızın çok daha az elektriksel güçte çalışması sonucu, çevredekiler çok daha az etkilenecektir.

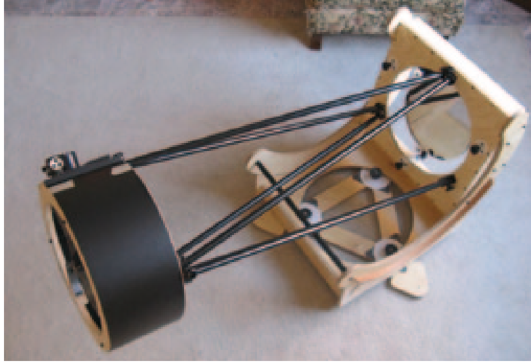
Bir baz istasyonunun yayın gücünün, cep telefonununkinden genellikle 100 ile 1000 kat daha yüksek olmasına karşın, baz istasyonundan 20-200m uzaklıktaki etki (elektromanyetik güç akısı) hem uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak hem de aradaki binalar, ağaçlar gibi engellerle büyük ölçüde azalıyor (Şekil 5). Kulağımıza dayadığımız cep telefonunun bize etkisi ise, ölçümlere göre, baz istasyonunun etkisinden 100 ile 1000 kat arasında daha çok. Çünkü cep telefonu kulağa birkaç milimetre yakın, baz istasyonu ise konuştuğumuz yerden onlarca metre ya da birkaç km uzakta (bkz. Şekil 6 ve kaynaklar). Bu nedenle baz istasyonlarının etkilerinden kaygılananların, cep telefonlarını daha az kullanmaları vücutlarına etkiyi azaltacaktır.

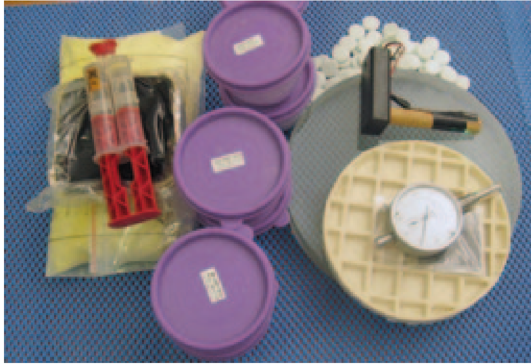


Şekil 6: Çeşitli kablosuz iletişim sistemlerinden yayılan elekromanyetik dalgaların çevrelerinde ölçülen elektriksel güç akışı değerleri (Watt/m^2) (sınır değerlerinin yüzdesi olarak)

Kaynaklar
LUBW-Teknik Raporu: Elektromagnetische Felder im Alltag, LUBW, Juni, 2009 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
(Şekil: 2, 3, 4 ve 5 ile ilgili kaynak)
Teknik Rapor Mobil Funk Schweizerische Eidgenossenschaft
(Şekil 1b ile ilgili kaynak)
http://www.bag.admin.ch/
EM institut Bayern, Teknik Raporu: Bericht "Hochfreq-Immissionen durch funkbasierte Breitbanddienste", Band 2, Teil 1, Sayfa 39 , 10.09.2007,
(Şek.6 kaynak)
ICNIRP 16/2009 Teknik Raporu: Exposure to high frequency electromagnetic fields, biological effects and health consequences (100kHz-300 GHz), 2009
Atakan, Y., "Cep telefonu kullanımı beyinde tümör oluşturuyor mu?" Cumhuriyet Bilim ve Teknoloji dergisi, 22 Ocak 2010.
Atakan, Y., "Cep telefonlarından yayılan dalgalar vücudumuzu nasıl etkiliyor?" Tübitak Bilim ve Teknik, Mart 2010.
Osman Çerezci, Prof. Dr. "Bursa Nilüfer ilçesi elektromanyetik kirlilik raporu", Mart 2010.
Sakarya Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği ve http://cevre.nilufer.bel.tr/ (Evrim Ekiz)
Atakan, Y., "Almanya'da cep telefon sistemleri-baz istasyonları çerçevesinde ölçüm sonuçları", Cumhuriyet Bilim Teknik dergisi, Temmuz 2003.

Amatör Teleskop Yapımı-2


Dobson kundaklı bir amatör teleskop


Ayna yapım malzemelerinin bir kısmı toplu halde


Teleskobun ikincil aynasının montajı için kullanılan farklı bir yöntem: eğrisel örümcek

Bu sayımızda amatör teleskop yapımı için gereken malzemelere değineceğiz. Önümüzdeki sayılarda bu malzemelerin nereden, ne şekilde temin edilebileceği konusunda bilgiler vereceğiz.

Teleskobun parçalarını, satın alınması gerekenler ve üretilebilecekler olarak ikiye ayırabiliriz. Satın alınması gereken malzemelerin bir bölümü, üretilebilecek malzemeler için gereken hammaddelerdir. Örneğin teleskobun optik tüpünü oluşturan parçaların bir kısmı, bildiğimiz alüminyum borulardan oluşur. Piyasadan, istediğimiz çap ve boyda alüminyum boru satın aldığımızda, gereken bu hammaddeyi de temin etmiş oluruz.

Hammadde dışında, doğrudan satın alarak elde ettiğimiz malzemeler de olacak. Bunlar üretilmesi kolay olmayan (örneğin ikincil ayna) ya da üretim süreçleri uzun olan (örneğin gözmercekleri) parçalardan oluşur.

Üretilebilecek parçalarsa, satın aldığımız hammaddelerin şekli, boyutları ya da işlevleri değiştirilerek elde edilen parçalardır. Üretilebilecek parçaları da temel olarak, üretilmek üzere tasarlanmış parçalar ve monte ederek bir bütün haline getirdiğimiz parçalar olarak ikiye ayırabiliriz. Örneğin, teleskobumuzun ikincil aynasını yapıştıracağımız ayna tutucusu, genellikle ahşap ya da plastik malzemeler kullanılarak torna tezgâhında biçimlendirilmiş bir parçadır. Bu nedenle bu parçanın ya hazır alınması ya da bir torna tezgâhında yaptırılması gerekir. Eğer parça yaptırılacaksa bu parçanın üretimi için sağlamamız gereken, onun boyutlarını tanımlayan bir çizim ve üretim sırasında kullanılacak hammaddedir.

Dolayısıyla ikincil ayna tutucusunu üretmek dediğimiz zaman kastettiğimiz şey torna tezgâhının başına geçerek bu parçayı yapmak değil, sadece gereken çizimi ve hammaddeyi torna atölyesine sağlayarak bu parçayı yaptırmaktır. Su jeti, lazer ya da CNC ile kesilen parçalarda, hammaddeyi bitmiş parçaya dönüştürürken, genellikle bu şekilde hareket edilir.

Şimdi de dışarıdan bir yardım almaksızın bizim üreteceğimiz parçalara değinelim. Teleskobun birincil aynası, buna güzel bir örnektir. Kontrplak parçalarını bilgisayar kontrollü bir freze makinesinde kestirdikten sonra, vida ve yapıştırıcı kullanarak bir araya getirip yaptığımız kundak da üretilebilecek parçalardan biridir.

Üretim ve Satın Alma Planlaması

Teleskobumuzun aynasını yapabilmek için, öncelikle daire şeklinde kesilmiş kalın bir cam ile ona içbükey bir şekil verebilmek için gereken aşındırıcı tozları almak gerekir. Daha sonra da aşındırılmış

camımızı cilalayarak yansıtıcı yüzey haline getirmek için optik reçinenin, lap döküm kalıplarının ve çeşitli sarf malzemelerinin temin edilmesi gerekir.

Bu aşamada kullanacağımız malzemelerin asgari paketleme miktarları, genellikle ihtiyacımız olanın üzerindedir ve bu da maliyeti gereksiz yere artırır. Örneğin yeşil silisyum karbür aşındırıcılar, 5 kg'lık torbalar halinde satılır. Bu durumun diğer aşındırıcılar için benzer şekilde olacağını göz önüne alırsak, toplamda 1 kg kadar kullanacağımız çeşitli grit (aşındırıcı tozların tanecik büyüklüğünü belirtmekte kullanılan ölçü birimi) büyüklüklerindeki aşındırıcılardan 20-25 kg kadar satın alma zorunluluğu ortaya çıkar.

Ucuz olmasına karşın bazı malzemelerin temin edilmesinde güçlükler çıkabilir. Ayrıca satıcı, maliyetinden dolayı malzemeyi istediğimiz biçimde kesmek istemeyebilir. Kalın bir camın dairesel biçimde kesilip kenarlarının pahlanmasının maliyeti, bu camın malzeme olarak maliyetinden daha yüksek olabilir.

Yurtdışından satın alabileceğimiz malzemeler için de şunları söyleyebiliriz: Fiyatı yüksek olmayan ikincil ayna ya da gözmerceği gibi az sayıda malzemeyi yurtdışından satın almak isteyebiliriz. İnternet üzerinden alışveriş yapmak bu süreci kolaylaştırır.

Üretmeyi düşündüğümüz parça ne kadar basit olursa olsun, elimizde onu tanımlayan bir çizim olmasının faydası var. Bu çizim sayesinde, parçanın üretileceği malzemeden kadar satın almamız gerektiğini kestirebiliriz. Bu hem malzeme israfını önler hem de maliyetleri tahmin edebilmemizi sağlar. Teknik çizimler, bir parçanın diğerleriyle uyumlu olarak monte edilip edilemeyeceğini, uygun şekilde boyutlandırılıp boyutlandırılmadığını görmemizi kolaylaştırır.

Bilgisayar destekli çizim ve tasarım yazılımlarını kullanmıyor olsak bile, bir parçayı üretmeden önce kâğıt, kalem, cetvel, pergel gibi araçlarla parçayı olabildiğince ayrıntılı bir şekilde çizerek boyutlandırmalıyız.

Ayna ve Teleskop Yapımı İçin Malzeme Temini

2006 yılından bu yana etkin olarak çalışan ülkemizdeki amatör teleskop yapımcıları teleskop ve ayna yapımında gereken malzemeleri çeşitli tedarikçilerden satın alıyorlar. Sonraki yazılarımızda bu malzemelere nasıl ulaşabileceğiniz konusunda sizlere yol göstereceğiz.

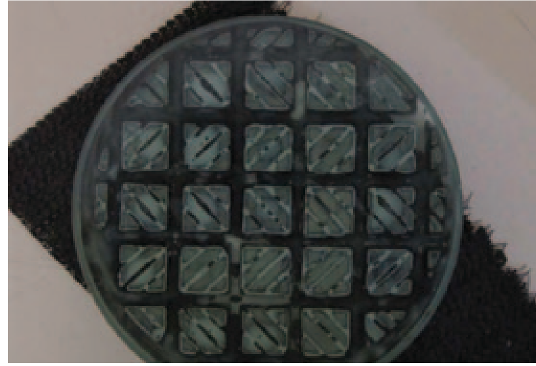
Aynayı yaparken camı aşındırmak ve cilalamak için 80 / 120 / 220 / 320 grit büyüklüklerinde yeşil silisyum karbür (SCG) ile 500 / 800 / 1200 grit büyüklüklerinde beyaz alüminyum oksit (WAO) aşındırıcı tozları gerekir. Ayrıca cilalama sırasında kullanılacak seryum oksit (CeO_x) ile optik reçine, RTV silikon lap kalıbı, sert dişçi alçısı, dairesel cam mozaikler, epoksi yapıştırıcı ve şablon ile Ronchi test aleti de ayna yapımı için gereklidir.

Birincil aynası dışında, teleskobun işlevsel olabilmesi için gereken diğer parçaların da hazır alınması ya da yapılması gerekiyor. Tüm bu parçaları içeren örnek bir teleskop kitinin montaj aşamalarını ayrıntılarıyla gösteren bir kılavuzu http://getir.net/7q3 adresinde inceleyebilirsiniz. Tüm parçaları hazır olduğunda Dobson kundaklı bir teleskobun montajı en çok üç dört gün içerisinde tamamlanabilecek bir iştir.

Önümüzdeki sayılarda burada yapımını aktaracağımız teleskobun ayrıntılı özelliklerini, alınacak malzeme listesini verdikten sonra yapım aşamalarını anlatmaya başlayacağız.



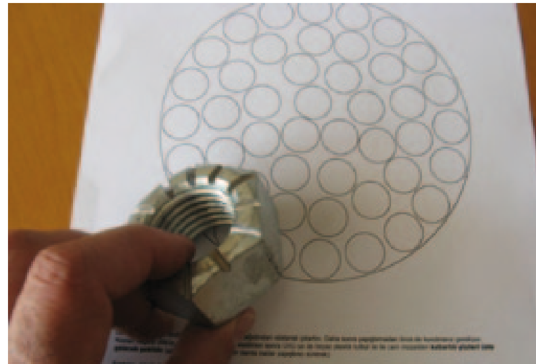
6 inç çapında ve 25 mm kalınlığında kenarları pahlanmış soda-kireç camı



Aynanın cilalanmasında kullanılan cilalama lapı



Cilalama lapının yapılması sırasındaki hazırlıklar



Aşındırma aleti yapımı sırasında cam mozaiklerin hizalanmasında kullanılan şablon.

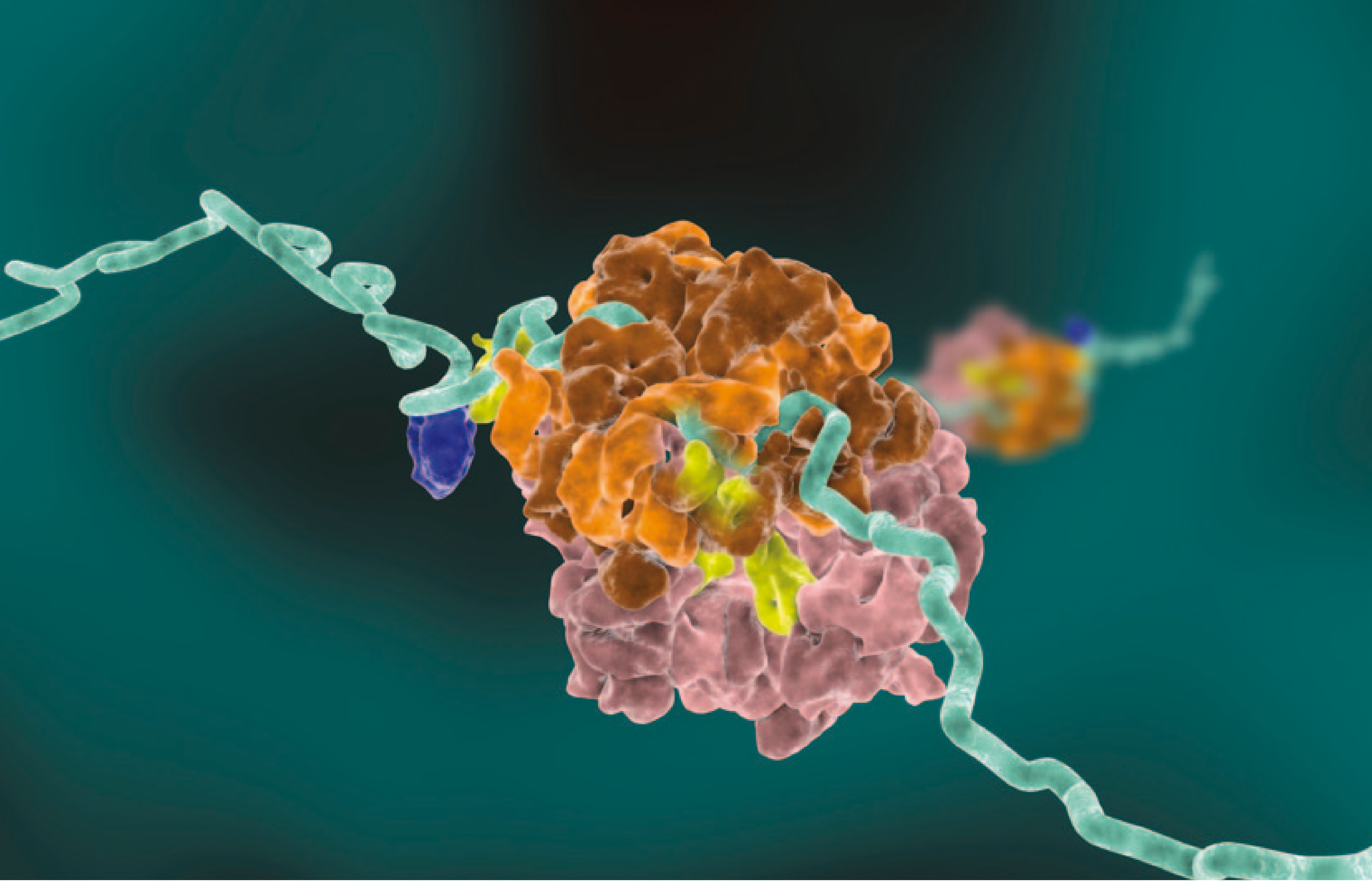
Fotoğraflar: Başar Titiz

Abdurrahman Coşkun

Hücrelerin Protein Fabrikaları
Ribozomlar

Canlıyı cansızdan ayıran en önemli yapılardan biri kuşkusuz işlevsel proteinler. Organizmada proteinler kadar farklı işlevleri olan başka hiçbir biyomolekül yok. Hücrelere oksijen taşınmasından vücut sıcaklığının düzenlenmesine, kasların hareketinden besinlerin sindirimine kadar proteinler hemen hemen tüm biyolojik olaylara katılıyor. Proteinlerin olmadığı bir yaşam şekli henüz bilinmiyor. Hücrenin en geniş biyomolekül ailesi olan proteinler, nanometre büyüklüğündeki ribozom adı verilen yapılarda sentezleniyor.

Ribozomu protein sentezi sırasında gösteren bilgisayar ortamında oluşturulmuş bir resim.



Nerede Bulunuyorlar

Ribozomlar tüm hücrelerde bulunuyor. Hücre içinde ribozomlar sitoplazmada ya serbest ya da endoplazmik retikuluma tutunmuş olarak bulunduğu gibi mitokondri ve kloroplast gibi hücre içi organellerde de bulunuyorlar. Serbest ribozomlar daha çok hücre içinde işlevleri olan proteinleri sentezlerken, endoplazmik retikuluma tutunmuş olanlar ise genellikle hücre dışına gönderilen, hücre zarında veya bazı organellerde görev alan proteinleri sentezler. Bir hücredeki ribozom sayısı on binlerle ifade ediliyor. Örneğin koli basili (*E. coli*) bakterisindeki ribozom sayısı on beş binden fazla. Bu sayı ökaryot hücrelerde bir milyondan fazla olabiliyor.

Ribozomların Yapısı

Ribozomlar protein sentezini gerçekleştiren özel birimlerdir. Yaklaşık 20-30 nm (nanometre) çapındadır (1 nm, 1 metrenin milyarda biri). Nanometre düzeyindeki ribozomların üç boyutlu yapılarının detaylı bir şekilde aydınlatılması 2000'li yılların modern yapısal biyoloji alanındaki en önemli başarılardan biri olarak kabul ediliyor.

İşlevsel her bir ribozom iki temel alt birimden oluşur. Bu birimler protein sentezi sırasında bir araya gelirler, diğer zamanlarda ayrı dururlar. Prokaryot (bakteriler gibi, gerçek bir çekirdeği olmayan hücreler) ve ökaryot (çekirdeği olan hücreler) hücrelerde ribozomların temel mimarisi aynı olmakla birlikte alt birimlerinin boyutları ve iç yapıları farklılık gösterir. Ribozomlarda büyüklük gram ile değil S ile gösterilir. Svedberg biriminin kısaltması olan S yüksek devirli santrifüjde organelin hücre özütünden ayrılarak çöktüğü hızla ilgili bir büyüklüktür. S değerleri doğrusal olarak toplanmaz. Örneğin ribozomun 30 S büyüklükteki birimiyle 50 S büyüklükteki birimi toplamda 80 S değil 70 S'lik bir büyüklük oluşturur. Prokaryot hücrelerin ribozomları 50 S ve 30 S'lik alt birimlerden oluşurken, ökaryotlarda 60 S ve 40 S'lik alt birimler bulunur. Protein sentezi sırasında iki alt birim bir araya gelerek işlevsel ribozomu oluşturur.

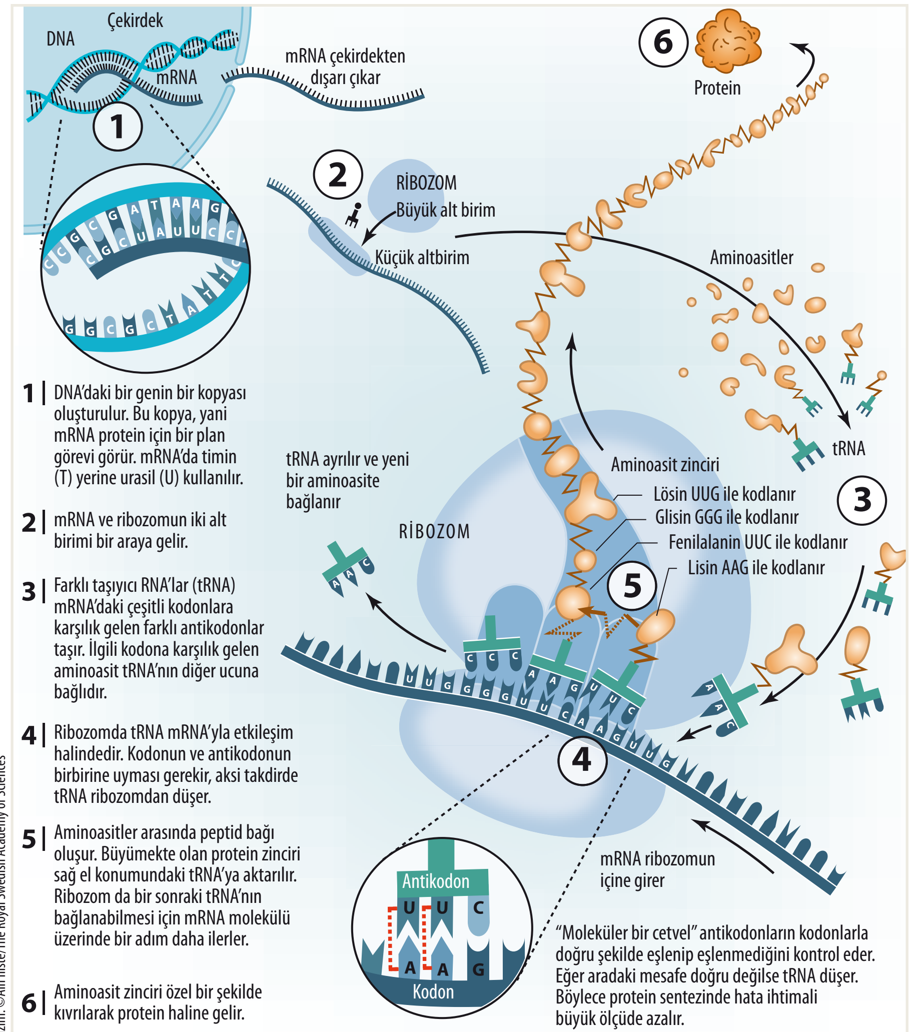
Ribozomların üçte ikisi RNA'dan, geri kalan üçte biriyse proteinlerden oluşur. Ribozomlardaki RNA'lara ribozomal RNA veya kısaca rRNA denir. rRNA'lar ribozomun üç boyutlu yapısına temel oluşturur. Prokaryot ve ökaryot hücrelerdeki rRNA'ların yapıları ve sayıları aynı değildir. Prokaryotların ribozomları üç farklı rRNA molekülünden oluşurken ökaryotlarınki dört farklı rRNA'dan oluşur.

rRNA'lar üzerinde bulunan proteinlerin sayısı oldukça fazladır. Prokaryotik hücrelerdeki ribozomlar en az 55 farklı protein içerirken bu sayı ökaryotlarda en az 80'dir. Tüm bunlar ribozomların basit yapılar olmadıklarını ve nano ölçekte mükemmel birer makineye benzediklerini gösteriyor. Ribozomlardaki her bir proteinin işlevleri henüz tam olarak bilinmiyor, ancak her geçen gün yeni bilgiler elde ediliyor. Bu proteinlerin bazısı yapısal işlevlere sahipken bazıları da enzim olarak işlev görüyor.

Bakterilerle Savaşta Önemli Bir Hedef

Tüm hücreler gibi bakterilerin de yaşamı proteinlere bağlı. Ribozomları devre dışı kalan bakteriler organizmada yaşamını sürdüremez. Bakterilere karşı kullandığımız antibiyotiklerin çoğu ribozomları hedef alır. Bakteri ribozomlarının yapısal olarak insan ribozomlarından farklı olması onları antibiyotikler için iyi bir hedef konumuna getirir.

Yaşamın temel süreçlerinden biri: protein sentezi



1 | DNA'daki bir genin bir kopyası oluşturulur. Bu kopya, yani mRNA protein için bir plan görevi görür. mRNA'da timin (T) yerine urasil (U) kullanılır.

2 | mRNA ve ribozomun iki alt birimi bir araya gelir.

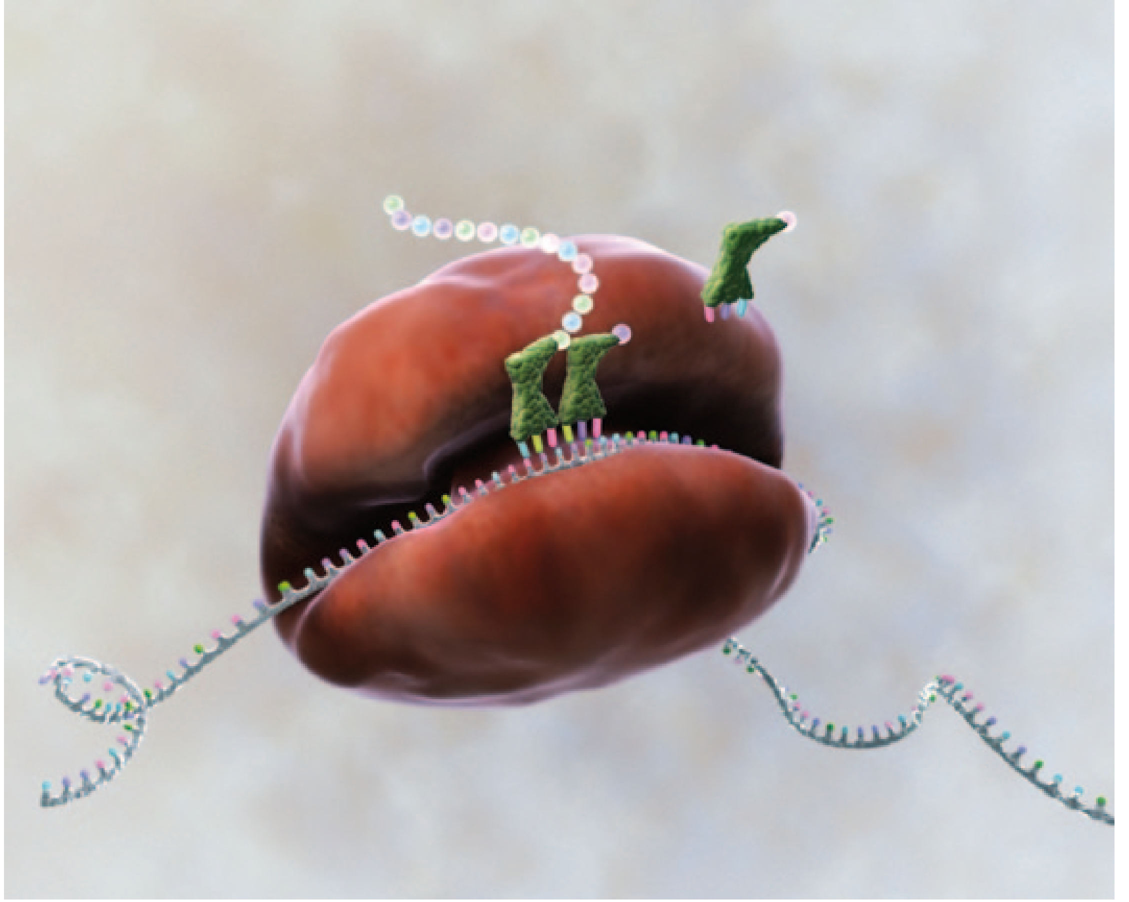
3 | Farklı taşıyıcı RNA'lar (tRNA) mRNA'daki çeşitli kodonlara karşılık gelen farklı antikodonlar taşır. İlgili kodona karşılık gelen aminoasit tRNA'nın diğer ucuna bağlıdır.

4 | Ribozomda tRNA mRNA'yla etkileşim halindedir. Kodonun ve antikodonun birbirine uyması gerekir, aksi takdirde tRNA ribozomdan düşer.

5 | Aminoasitler arasında peptid bağı oluşur. Büyümekte olan protein zinciri sağ el konumundaki tRNA'ya aktarılır. Ribozom da bir sonraki tRNA'nın bağlanabilmesi için mRNA molekülü üzerinde bir adım daha ilerler.

6 | Aminoasit zinciri özel bir şekilde kıvrılarak protein haline gelir.

Çizim: ©Airi Iliste/The Royal Swedish Academy of Sciences



Protein sentezini canlandıran bilgisayar ortamında oluşturulmuş bir resim. Ribozomun iki alt birimi arasından geçen mRNA zinciri, ikisi zincirle eşleşmiş biri serbest halde üç tRNA molekülü ve bir inci dizisini andıran, yeni oluşmaya başlamış bir protein zinciri görülüyor.

Venkatraman Ramakrishnan (İngiltere), Thomas A. Steitz (ABD) ve Ada E. Yonath (İsrail) 2000'li yılların başında, ribozomların nasıl göründüğünü ve nasıl çalıştığını atomik düzeyde üç boyutlu olarak göstermeyi başardılar. Ribozomları oluşturan binlerce atomun pozisyonunu X-ışını kristalografi tekniğini kullanarak gösterdiler. Bu üç bilim insanı daha sonra farklı antibiyotiklerin ribozomlara bağlanmasını gösteren üç boyutlu modeller de geliştirdiler. Kuşkusuz bu modellerin kullanılmasıyla yeni antibiyotiklerin geliştirilmesi daha kolay olacak. Bu önemli çalışma Nobel Komitesi'nin gözünden kaçmadı ve 2009 yılı Nobel Kimya Ödülü ribozomların yapı ve işlevleri konusunda yaptıkları çalışmalardan dolayı bu üç bilim insanına verildi.

Ribozomların Sentezi

Ribozomların sentezi çekirdekçik, çekirdek ve sitoplazmada bulunan 200'den fazla farklı molekülün işbirliği ile gerçekleşiyor. Ökaryot hücrelerde ribozomu oluşturan iki temel alt birimin her birinin sentezi, çekirdek içinde özel bir bölge olan çekirdekçikte başlıyor ve sitoplazmada tamamlanıyor.

Ribozomların rRNA ve proteinlerden oluştuğunu daha önce söylemiştik. rRNA sentezi çekirdekçikte gerçekleştiriliyor. Sentezden sonra rRNA bazı ön işlemlerden geçirilerek kullanıma hazır hale getiriliyor. Ribozomal proteinler ise sitoplazmada yine ribozomlarda sentezleniyor ve daha sonra çekirdeğe, oradan da çekirdekçiğe gönderiliyor. Çekirdekçikte bu proteinler rRNA ile birleştirilerek ribozomları oluşturan temel alt birimler meydana getiriliyor. Bu alt birimler daha sonra sitoplazmaya geri gönderiliyor.

Ribozomların İşlevi

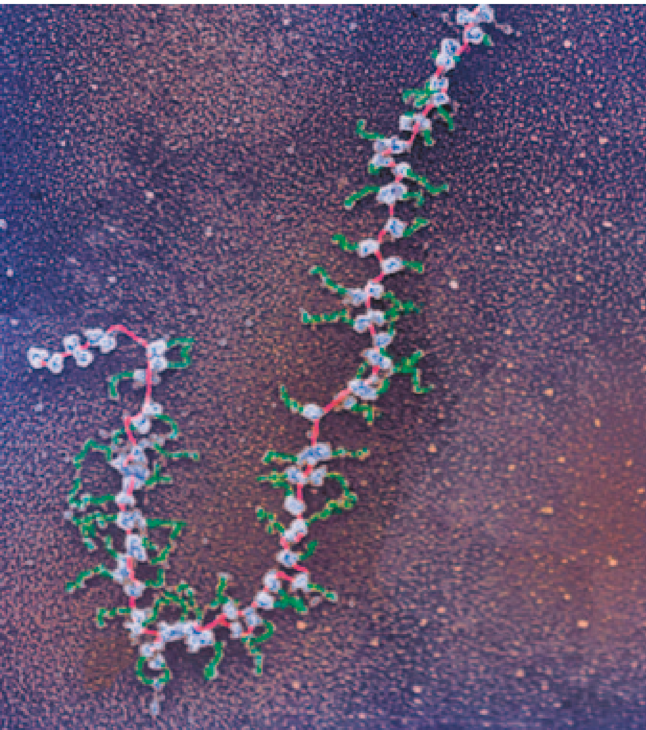
Ribozomların temel işlevi hücrenin ve organizmanın ihtiyaç duyduğu proteinleri sentezlemek. Ancak ribozomlar rastgele protein üretmiyor, protein sentezi hücre içinde çeşitli şekillerde kontrol ediliyor. Ribozomların işlevini daha iyi anlamak için protein sentezini incelemek faydalı olabilir.

Protein sentezi iki aşamada gerçekleşiyor:

1. DNA'daki bilgilerin mRNA olarak kopyalanması: Bu aşamaya transkripsiyon diyoruz. Binlerce gen içeren DNA'nın sitoplazmaya geçmesi

ve ilgili bölgenin ribozomlar tarafından okunması mümkün olmadığından bir mesajcıya gereksinim var. Bu amaçla öncelikle DNA'da okunması istenen özel bölgedeki bilgiye göre bir mesajcı RNA (mRNA) sentezlenir. Bu mRNA sadece DNA'daki özel bilgiyi taşır. mRNA çekirdek zarındaki özel kanallardan geçerek sitoplazmaya çıkar ve ribozomlara ulaşır. Kısacası mRNA nasıl bir proteinin sentezlenmesi gerektiği bilgisini DNA'dan alıp harfiyen ribozoma iletir. Getirilen mesaj üretilmesi istenen proteinin bir nevi üretim planıdır. mRNA'daki bilgiler nükleotid adı verilen yapı birimleri (RNA için adenin, guanin, sitozin ve urasil) kullanılarak yazılır ve arada hiçbir noktalama işareti yoktur. Kullanılan "harf" sayısı sadece dörttür. Tüm mesaj bu dört harf kullanılarak arada boşluk olmadan adeta tek bir sözcük halinde yazılır.

2. mRNA'daki bilgilere göre ribozomlarda protein sentezi: Ribozom mRNA tarafından getirilen bilgiye göre protein sentezler. Bu işleme translasyon adı verilir. Ribozom mRNA'daki bilgileri, amino asit alfabesini kullanarak (20 farklı amino asit) yeniden yazar; bu alfabeye göre oluşturulan yeni molekül protein veya peptiddir. mRNA'daki her üç nükleotid bir amino aside karşılık gelir. Proteinlerin yapıtaşı olan amino asitler uygun taşıyıcı RNA'lar (tRNA) tarafından ribozomlara getirilir. Sentez ribozomlarda yapılır. Sentez sırasında sadece ribozomlar değil sitoplazmada bulunan çok sayıda yardımcı protein de görev alır.



Elektron mikroskobuyla elde edilmiş ve yapay olarak renklendirilmiş bu görüntüde ökaryot bir hücrede bir mRNA zinciri üzerinde çok sayıda ribozom tarafından paralel olarak gerçekleştirilen protein sentezleri görülüyor. İpe dizilmiş boncukları andıran bu yapıya polizom ya da poliribozom deniyor.

Polizomlar

Çok sayıda ribozom aynı mRNA molekülü üzerinde peş peşe dizilerek polizom veya poliribozom adı verilen kümeleri oluşturur. Bunun çok önemli işlevsel sonuçları vardır. Şöyle ki hücre aynı proteinin çok sayıda kopyasına ihtiyaç duyabilir. Kısa zamanda tek bir mRNA ve tek bir ribozomla bol miktarda istenen proteini sentezlemek mümkün değildir. O zaman bir mRNA'nın kullanılmasıyla kısa zamanda çok sayıda aynı proteini sentezlemek için çok sayıda ribozoma gereksinim vardır.

Protein sentezi sırasında mRNA ribozom içinden geçer ve ucu ilk ribozomu terk ettiğinde ikinci ribozom tarafından alınır ve aynı proteinin yeni bir kopyası sentezlenir. Bu arada ilk ribozom mRNA'nın geri kalan kısmını okumaya devam eder. mRNA'nın ucu ikinci ribozomu terk ettiği zaman üçüncü ribozom tarafından alınır ve olay zincirleme devam eder. Böylece tek mRNA zinciri aynı anda çok sayıda ribozom tarafından okunarak istenilen miktarda protein kısa zamanda sentezlenir.

Prokaryot ya da ökaryot tüm hücreler polizomları kullanır. Ökaryot hücrelerde mRNA bazı ön işlemlerden geçtikten sonra sitozole gönderilir. Dolayısıyla protein sentezi mRNA sentezi ve mRNA üzerindeki ön işlemler tamamlandıktan sonra başlar. Oysa bakterilerde ribozomlar ile DNA arasında bir engel yoktur. Bu nedenle mRNA sentezi tamamlanmadan da ribozom mRNA'nın ucunu yakalayarak protein sentezlemeye başlayabilir.

Sonuç olarak protein sentezini kontrol altına almak bir bakıma yaşamı kontrol altına almak gibidir. Bu da ancak ribozomların yapı ve işlevlerini daha iyi anlamakla mümkün olabilir. Gelecekte yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesinde ribozomlara dair bilgilere sıklıkla ihtiyaç duyacağız.



Abdurrahman Coşkun, 1994 yılında Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldu. 2000 yılında biyokimya ve klinik biyokimya uzmanı, 2003 yılında yardımcı doçent ve 2009'da doçent oldu. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanmış 32 makalesi var. Özel olarak laboratuvarda kalite kontrol, standardizasyon ve protein biyokimyası konularında araştırmalar yapıyor. Halen Acıbadem Labmed Klinik Laboratuvarları'nda klinik biyokimya uzmanı ve Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak çalışıyor.

Kaynaklar

Fromont-Racine, M., Senger, B., Saveanu, C., Fasiolo, F., "Ribosome assembly in eukaryotes", *Gene* 313, s. 17-42, 2003.
Kressler, D., Hurt, E., Baβler, J., "Driving ribosome assembly", *Biochimica et Biophysica Acta* 1803, s. 673-683, 2010.
Albert, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P., *Molecular Biology of the Cell*, (Beşinci Basım), Garland Science, Taylor and Francis Group, 2008.

Çok Yönlü Bir Bilgin Bîrûnî



Bîrûnî'nin yaşadığı coğrafya



Kısa Yaşam Öyküsü:

Tam adı Ebû Reyhân Muhammed İbn Ahmed olan el-Bîrûnî, 973 yılında dönemin önemli kültür merkezlerinden biri olan Hârizm'in Kâs kasabasında doğdu. Astronomi, matematik, fizik, tıp, coğrafya, tarih ve dinler tarihi gibi çeşitli alanlarda seçkin eserler hazırlayan Bîrûnî, evrensel kültüre katkı yapan ender bilim insanlarından birisidir. Ailesi hakkında ne klasik veya modern kaynaklarda ne de kendi eserlerinde bilgi vardır. Bu yüzden milliyeti hakkında kesin karar vermek güç olmakla birlikte, yapılan araştırmalar Türk olduğu ihtimalini kuvvetlendirmektedir. Ayrıca *Kitâb el-Saydele fî el-Tıb* adlı eserinde Arapça ve Farsça-nın ana dili olmadığını açıkça belirtmesi, Arap veya Fars olmadığını ortaya koymaktadır. Dönemin bilim dilinin Arapça olması dolayısıyla kitaplarını Arapça yazmasına karşın, Arapçayı kullanımındaki bozukluklar da bu dili sonradan öğrendiğini gösteriyor. Buna karşılık bazı kitaplarında dile getirdiği öyküler ise Türk olduğu ve Türkçe bildiği ihtimalini kuvvetlendirmektedir.

Dönemin tanınmış bilginlerinden Ebû Nasr İbn Irak (960-1036) ve Abd el-Samed İbn Abd el-Samed el-Hakîm'den (?-?) ders alan Bîrûnî, geometri ve astronomi konusunda derinleşmeyi yeğlemiş ve böylece geleneksel bilim konularında çalışmaya başlamıştır. Yüzyıllar boyunca egemen kalan Yer Merkezli Evren anlayışının temsilcisi Ptolemaios (MS 150'ler) astronomisi konusunda çalışmasını da böyle anlamak gerekir. Derin bir "hasbi tecessüs", yani araştırma ve öğrenme merakı genç yaşlarında bilim alanında öne çıkmasını sağlamış, on yedi yaşındayken ilk gözlemini yapmayı başarmış ve gözlemlerinin dakikliğini artırmak için birçok astronomi aracı geliştirmiştir. Bu başarılı gözlem çalışmaları, Ceyhun Nehri'nin öte yakasında bulunan Me'mûnîler'in, Kâs'a saldırıp Hârizmşah yönetimini ortadan kaldırmasıyla son bulmuştur. "Bilim takdir edilmediği yerden göçer" sözünü doğrularcasına Bîrûnî de buradan ayrılarak kısa bir süre kalacağı, Büveyhîler'in yönetiminde bulunan Rey'e gitmiştir. Rey'de bulunduğu sıralarda da orada yapılan gözlem çalışmalarına katılan Bîrûnî, tekrar Kas'a dönmüş ve dönemin ünlü astronomlarından Ebû el-Vefâ el-Bûzcânî (940-998) ile ay tutulmasını gözlemlemiştir.

Bîrûnî, bir süre sonra Cürcan'a gitmiş ve hükümdar Kâbûs İbn Veşmgîr'in himayesinde çalışmıştır. İbn Sînâ ile çeşitli problemlerin tartışmasına da bu dönemde başlayan Bîrûnî, daha sonra Gürgenç'teki Me'mûnîler hanedanından Ebû el-Hasan Ali İbn Me'mûn'un yanına gitmiştir. Bu hanedanın diğer üyelerinin de yakın desteğini kazanan Bîrûnî'yi Ebû el-Abbas sarayında ağırlamıştır. Kendisine sağlanan geniş olanaklar sayesinde araştırmalarını verimli bir şekilde gerçekleştiren Bîrûnî, aynı zamanda hükümdarın siyasi danışmanlığını da üstlenmiştir. Gazneli Mahmud'un bölgeye saldırıp Hârizm'i ülkesine katmasının ardından Bîrûnî için Gazne devri başlamıştır. Gazneli Mahmud'un kendisine büyük olanaklar sağlamasıyla burada da başarılı bir bilimsel araştırma dönemi yaşayan Bîrûnî, Gazneli Mahmud'un ölümünden sonra tahta geçen oğlu Mesûd döneminde de saraydaki ayrıcalığını korumuştur. *Tahdîd Nihâyât el-Emâkin, Makale İstihrâc el-Evtâr fî Dâire, Tahkîk Mâl el-Hind ve Kânûn el-Mesûdî* adlı eserleri bu dönemin ürünleridir. Her biri alanında çığır açan bu eserlerinin ardından, ölümüne yakın sıralarda ünlü tıp çalışması olan *Kitâb el-Saydele fî el-Tıb*'ı yazmıştır. Ölüm tarihi kesin olarak bilinmeyen bu ünlü bilim insanının 1061 yılında öldüğü kabul edilmektedir.

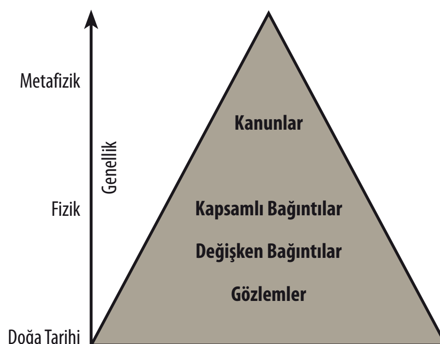


Francis Bacon ve Novum Organum (Yeni Araç)

Francis Bacon'a göre bilimsel bir araştırma, uygun bir şekilde düzenlenmiş, bir önermeler piramidinin tabanından tepesine, tümevarım yoluyla adım adım yükselmektir. Belirli bir bilimdeki olgular saptandıktan sonra, bilim insanının görevi bu olgular arasındaki bağlantıları araştırmaktır. Bu işlemde esas olan düşük dereceli bağlantıların yer aldığı genelleştirmeden daha kapsamlı bağlantıların yer aldığı genelleştirmelere derece derece yükselen bir tümevarımı uygulamaktır. Onun genelde bilimsel yöntem, özelde de tümevarımsal akıl yürütme üzerine olan görüşleri, bilimler sıralamasına ilişkin açıklamalarıyla koşutluk içerir. Ona göre bilim, tabanında doğa tarihinin, onun üzerinde fiziğin ve en üstte de metafiziğin yer aldığı bir önermeler piramididir. Fizik ve metafizik doğaya ilişkin nedensel açıklamaların yer aldığı aşamalardır. Bunların birbirlerinden farkı, ilke ve aksiyomlarının genelliği bakımından olur. Yani metafiziğin ilke ve aksiyomları, fiziğin ilke ve aksiyomlarından daha geneldirler. En altta yer alan doğa tarihi tekillere ilişkin bilgilerin yer aldığı bir aşamadır. Burada elde edilen bilgilere dayanılarak bir üst aşamada yer alan form veya nedenlere ulaşılır. Burada ortaya konulan bağıntılar artık öze ilişkin bağıntılardır.

Bilim Anlayışı:

Bilim tarihi çalışmaları Bîrûnî'nin gerek bilimsel tutum ve araştırma tutkusu gerekse kaleme aldığı çalışmalarının hacmi ve içeriği yönüyle taşıdığı yenilik bakımından "bütün zamanların en büyük bilginlerinden biri" olduğunu ortaya koymaktadır. Öncelikle tabii bilimler olmak üzere, matematik ve toplumsal bilimlerde sergilediği özgünlük, bu nitelendirmeyi kesinlikle hak ettiğinin açık belirtisidir. Çalışmalarındaki derinlik ve çeşitlilik, onu klasik çağ bilgeliğinin nadir temsilcilerinden biri kılar. Bîrûnî'nin çok daha temel bir özelliği de bilimsel zihniyetin gerektirdiği nesnel ve kanıta dayalı bilgi anlayışını benimsemiş olması ve bunun bilimsel çalışmaların ilkesi olması gerektiğini savunmasıdır. Bundan dolayı, fizikten astronomiye, matematikten tıbba kadar uzanan geniş bir yelpazede çalışmış olmasına rağmen Bîrûnî, araştırmalarında bilimsel zihniyet açısından modern bir yaklaşım sergilemeyi başarmış birkaç bilim insanından birisidir. Ortaçağ İslâm dünyasında da bilimsel bilginin ivme kazanması da bu bilimsel zihniyetin veya tutumun bir sonucudur. Bu tutumun İbn el-Heysem (965-1039), İbn Sînâ (980-1037) ve İbn Rüşd (1126-1198) gibi dönemin diğer bilim ve düşün insanlarınca benimsenmiş olması da dönemin genel bilimsel eğilimi hakkında yeterince açık ipuçları sağlamaktadır. Bir toplumda bilimin gelişmesi için öncelikle bilim insanlarına ve bilime değer vermenin ne denli önemli olduğu burada açıkça görülmektedir. Bugün bilimsel gelişmişliğine öykünülen Batı uygarlığının temellerinde yatanın da bilim ve akılcı düşünce olduğu bilim tarihi araştırmalarıyla apaçık ortaya çıkarılmıştır. O nedenledir ki on yedinci yüzyılda Francis Bacon (1561-1626), Klasik Dönem İslâm uygarlığından edindiği bilgilerle oluşturduğu "yeni toplum" projesine Great Instauration (Büyük Yenilenme) adını vermişti ve bu projenin temelinin bilgi olduğunu belirtmek için de ünlü "bilgi güçtür" sloganını dile getirmişti. Sekizinci ve on birinci yüzyıllar arasında İslâm dünyasına egemen zihniyetin bu olduğunu da Bîrûnî ve çağdaşı seçkin bilim insanlarının çalışmaları kanıtlamaktadır.



Yukarıda değinildiği üzere, Bîrûnî'nin bilimsel çalışmaları içerisinde tabii bilimler özel bir yer tutar. Genç yaşında yaptığı gözlemler, enlem ve boylam çalışmalarında gösterdiği başarılar, Yer üzerine ileri sürdüğü düşünceler onun bilimsel ilgi alanının temel konularını oluşturur. Bu alanlarda yaptığı çalışmalar bilimsel yöntem açısından gözlem ve deneyi asıl bilgi kaynağı olarak gördüğünü ortaya koyar. Bununla birlikte astronomi, jeoloji, coğrafya, kimya ve biyoloji gibi tabii bilimler alanında, gözlem ve deneyin yanında ölçmeyi de öne çıkardığı görülmektedir. Modern dönemde etkin bir bilim anlayışı haline gelen "doğayı matematikle kavramayı Bîrûnî'nin de savunduğu anlaşılmaktadır. Kuşkusuz Bîrûnî'nin bu bilim anlayışını benimsemiş olması çok önemli ve takdire şayan olmakla birlikte, yukarıda açıklandığı üzere Ortaçağ İslâm dünyasında bu tutumunun yaygın bir tutum olduğunun vurgulanmasında da yarar vardır. Bu durum Bîrûnî'nin bilimsel başarısının önemini azaltmaz, aksine döneminin bilimsel bilgi düzeyini yakından izlediğini ve her bakımdan bu yüksek yaratma eylemine katılmayı hedeflediğini gösterir.

Bîrûnî'nin bilimsel zihniyetini açığa çıkaran bir diğer önemli gösterge de onun bugün "sahte bilim" olarak nitelendirilen astroloji ve simyaya karşı takındığı akılcı tutumdur. Birçok bakımdan astroloji ve simya veya o dönemdeki söylenişiyle ilm-i simya konusunda dikkate değer bilgi sahibi olmasına kar-

Ortaçağ ve Yeniçağ Üzerine Birkaç Değerlendirme

Ortaçağ	Yeniçağ
1. Tanrı merkezcildir. Ortaçağ'da bütün varlık ve bilgi dünyası bir "Mutlak Varlık"ın, bir Tanrı'nın var olduğu inancı üzerine kurulmuştur. Tanrı'nın varlığını ve bilgisini dışlayan bir varlık ve bilgi düşünülemez; her şey, bu Evren ve insanlar, ancak ve ancak Tanrı ile vardırlar ve Tanrı'ya bağlı olarak bilinebilirler.	**1. İnsan merkezcildir.** Yeniçağ'ın düşünsel temelini insan oluşturmaktadır. Düşüncenin temelinde yer alan insan, her türlü bilme edimini duyuları ve aklıyla gerçekleştirmektedir. Önceden kendisine sunulmuş doğrular olamaz. Eğer insan yapıp etmelerinin sorumlusu olacaksa, özgür olmalıdır. İnsan istençli bir varlıktır ve istenç Tanrı kadar güçlüdür.
2. Etkin akım personalizmdir. Ortaçağ'da "birey", dinin emrettiği ve yerine getirilmesi gereken sorumluluklarla yüklenmiş "kişi"dir (person). Personalizm adını alan bu akıma göre, Tanrı insanın sahibidir ve insanı sevmektedir. Dolayısıyla, Tanrı'ya karşı sorumlu olan, insana karşı da sorumludur.	**2. Etkin akım sübjektivizmdir.** Yeniçağ'ın insan anlayışında yer alan "birey", kendi kendine yeten istençli bir "özne"dir (subject). Subjektivizm (öznellik) adını alan bu akıma göre, insan özgür istenciyle kendisini inşa edebilir. Dolayısıyla eylemlerinden dolayı, Tanrı'ya karşı değil, kendisine ve diğer insanlara karşı sorumludur.
3. Evren görüşü organiktir. Tanrı'nın yarattığı evren, her unsurunun diğeriyle bağıntılı olduğu büyük bir organizmadır. Her unsurun bir amacının olduğu bu evrende insan da bir amaç uğruna bulunmaktadır. Evrende zorunluluk yoktur. Çünkü Tanrı özgürdür, her şeye gücü yeter ve gerektiğinde tasarımında değişiklik yapabilir, alışılmış düzeni bozabilir.	**3. Evren görüşü mekaniktir.** Yaratılmamış evren, her unsurunun diğeriyle mekaniksel olarak bağıntılı olduğu büyük bir makinedir. Mekaniksel ilişkide amaçsallık yoktur. Bütün ilişkiler mekanik kanunlara göre işlemektedir. Doğada bütün olup bitenler bütünsel bir determinizmle bağlanmıştır ve kesiksiz, sürekli bir nedenler zinciri içinde yer alırlar. Dolayısıyla mekanik evren üzerinde Tanrı'nın etkisi yoktur.
4. Bilginin aracı kıyastır. Ortaçağ aydını böyle bir dünya ve evrende, bilgi üretirken kıyas yöntemini kullanmıştır. Kıyasın öncülleri Kutsal Kitap'tan ya da otorite kabul edilen diğer kitaplardan çıkartılmaktadır. Bu yöntemde tartışma esnasında kıyas ile yapılacak akıl yürütmenin sonuçları, söz konusu savın kanıtlanmasında kullanılmaktadır.	**4. Bilginin aracı matematiktir.** Yeniçağ aydını için otorite yoktur. Bir bilgi, isterse otoritelerce ileri sürülmüş olsun, yöntemsel bir biçimde açık ve seçik olarak incelenip, eleştirilip, doğruluğu kanıtlanmadıkça kabul edilmez. Bu işlemde başvurulacak araç kıyas değil, matematiktir. Çünkü bilgiye muhatap olan her şey sayı ve ölçüye dayanmaktadır. Bilgide esas olan ölçülebilen boyutlardır.

şın, Bîrûnî, modern bir yaklaşımla bunlara bir tür sahte bilim gözüyle bakmıştır. Başka bir deyişle Ortaçağ düşüncesinin temelini oluşturan organik evren tasarımının doğal bir sonucu olarak yıldızların Yer'e etki edeceği düşüncesinin hiçbir zaman sihir ve büyünün aracı olmaktan öte bir anlam taşıyabileceğini düşünmemiş ve düşlememiştir. Aksine bilimselliğe ve problemlere aklın ışığında çözüm arama akılcılığına daima sıkı bir bağlılık göstermiştir. Çünkü ona göre, bir toplumda cehaletin yaygınlaşması, bilimin sonuçlarıyla dinî inançların çatışmasına zemin hazırlar. Bu olağanüstü bir yaklaşımdır ve sadece yaşadığı dönem için değil, bütün zamanlar için geçerli bir belirleme ve kuraldır. Aslında doğası gereği hiçbir bilgi diğeriyle çatışmaz, ama eğer çıkar söz konusuysa çatıştırılabilir. Bunun için de mutlaka, o toplumda içeriği yüzeysel ve salt biçimsel bilgiyi egemen kılmak yeterlidir. Kısa süre sonra zaten din bilimle, bilim dinle, felsefe bilimle ve dinle çatışacak hale gelir. Bunun sonu ise o toplumun ortadan kalkmasıdır. Tarihte bu kural hiç değişmemiştir. Bîrûnî'nin bu hakikati yüzyılların ötesinden haykırması ise, eğer kulak verirlerse, doğu toplumları için bir şanstır.

Bilimsel Çalışmalarının Analizi:

Yukarıda değinildiği üzere, Bîrûnî'nin çalışmaları içerisinde tabii bilimlerin özel bir yeri vardır. Bu bilimler içerisinde en çok astronomide dikkat çekici ölçüde başarı elde etmiştir. Geleneksel bilim yapılanması bağlamında fizik ve astronomiyi bir arada ele almak gerekir. Bugün için bilim insanlarının doğal olarak önemsemedikleri astrolojiyi de tabii bilimler grubuna sokmak olanaklıdır.

Eğitiminin önemli bir kısmını oluşturan geometriden ve trigonometriden yararlanarak Yer merkezli bir evren tasavvuru oluşturan Bîrûnî, geometrinin sağladığı olanaklarla fizik ve astronomi çalışmaları yapmıştır. Evren sisteminin temelini geleneksel Yer merkezli modele göre düzenlediğinden, merkezinde Yer'in bulunduğu iç içe geçmiş kürelerden oluşan bir evreni söz konusu etmiştir. Bu evrende ister istemez yörüngeler daireseldir ve bütün hareketler düzenlilik gösterirler. İlginç bir biçimde, geometrik bir düzen veya geometrik kurguyla evreni anlamaya çalışmasına karşın, Bîrûnî aynı zamanda iç içe geçmiş küreleri salt geometrik cisimler (ideal veya soyut) olarak değil, aynı zamanda fiziksel varlıklar olarak da düşünmüştür. Bu yenilikçi düşüncenin ilk kez kendisine mi ait olduğu yoksa kısa bir süre önce İbn

>>>

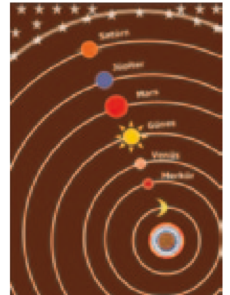
el-Heysem tarafından geliştirilmiş olan küre katmanları fikrinden mi esinlendiği açık olmamakla birlikte, İbn el-Heysem'den esinlenmiş olma olasılığı yüksektir. Bu, aslında İslâm dünyasında bilimin kazandığı yüksek düzeyin açık bir belirtisidir. Çünkü kabul edilenin aksine Müslüman bilim insanları Antik Grek biliminin salt izleyicisi olmamışlar, birçok bakımdan özgün yaklaşımlarda bulunmuşlardır. Öyle ki bu, bir bakıma geleneksel bilim modeline bağlı çalışmalar yapmalarına karşın almaşık model arayışını sürdürdüklerinin de açık bir belirtisidir. Nitekim Bîrûnî de almaşık modeller üzerinde düşünmüş, hatta Güneş merkezli bir sistemin matematiksel açıdan olanaklı olabileceğini öngörmüştür.

Yukarıda belirtilen, modern bilimin temel yaklaşımlarından "doğayı matematikle kavramak" önerisini, bu son ifadeyle Bîrûnî'nin fevkalade bir şekilde dile getirdiği anlaşılıyor. Çünkü ilk kez ortak merkezli küreler modelini ileri sürerken, Knidoslu Eudoksos'un (MÖ 410-355) amacı gökyüzünü kavranır bir düzleme taşımaktı. Geometrinin araçlarının bu işi en iyi şekilde gerçekleştireceğini varsayan Eudoksos'tan sonra Aristoteles de (MÖ 384-322) benzer bir anlayışla küre sayısını artırarak bu modeli kullanmıştı. Modelin gittikçe karmaşıklaştığını anlayan Ptolemaios ise iç içe geçmiş daireler yardımıyla daha basit ve yalın, ancak açıklayıcılığı yüksek olan bir model oluşturmuştu. Ptolemaios modeli bir yandan yalınlığı ve diğer yandan da seçeneğinin olmaması nedeniyle uzun yıllar egemen model olarak varlığını sürdürdü. Bundan dolayı, Bîrûnî'nin matematiksel açıdan Güneş merkezli bir modelin olanaklılığını dile getirmesi, daha sonraki dönemlerde farklı evren modeli arayışlarını cesaretlendirmesi bakımından önemlidir. Bilimin özünde yatan da bu cesur yaratıcı düşünce ve otoritelere körü körüne bağlanmama bilgeliğidir.

Nitekim Bîrûnî böyle bir modeli matematiksel olarak daima olanaklı görmüş ve hatta Yer'in döndüğü fikrine dayanılarak üretilen usturlaplarla yaptığı incelemeler sonucunda, Yer'in hareket etmesinin yaratacağı problemleri nasıl çözeceğini bilemediğinden Yer merkezli modelle çalışmayı yeğlemiştir. Bu tutumu açıkça otoritelere değil, bilimsel gerçeklere göre davrandığının kanıtıdır. Bir olgu mevcut bilimsel araçlar, deney ve gözlem olanaklarıyla anlaşılıp açıklanamıyorsa o noktada suskun kalınması bugün de anlaşılabilir bir durumdur. Bîrûnî'nin, devrimci tutumuna karşın Yer'in hareketli olabileceğini öngören almaşık modellere dayanmamasını da böyle anlamak gerekir. Bu, aynı zamanda onun akıl ve bilime derinden bağlı olduğunu tereddütsüz gösteren bir kanıttır.

Bîrûnî'nin astronomideki bir diğer başarısı da gözlemin dakikliğini artırmaya yönelik olarak gözlem araçlarında yaptığı özgün yeniliklerdir. İslâm Dünyası'nda gözlemevinin doğuşunda bilmek ve tanımak arzusunun önemli bir etken olduğu açık olmakla birlikte, aynı zamanda bazı İslâmî etmenlerin işe karıştığını söylemek de gerekmektedir. Bunlardan bir tanesi, ilk hilâlin gözlemlenmesine ilişkin olarak İslâm düşünürlerinin getirmiş olduğu kısıtlayıcı bir kural olan, en az iki güvenilir kişinin ilk hilâli gördüğünü belirtmesinin zorunluluğudur. Bu sıkıntının aşılmasına duyulan isteğin, sorunu gözlemler yoluyla çözme çabasını ön plana çıkardığını söylemek yerinde olur. Böyle bir yola başvurmak ise gözlemlerde duyarlılık ve dakiklik arayışını gündeme getirmiştir. Aslında Şemmâsîye Gözlemevi'nin kuruluşunu hazırlayan etmenlerden birisi de budur. Ayrıca, Şemmâsîye'deki 828 yılı dönence gözlemlerinin düş kırıklığı yaratması da ölçülerdeki dakikliği arttırma gereğini ön plana çıkarmıştır. Bu nedenle, dokuzuncu ve onuncu yüzyıllar içinde büyük boyutlu aletler yapılması girişimleriyle oldukça sık karşılaşılır. Fakat aletler büyüdükçe üretim ve işlerliklerinde bazı güçlüklerin baş göstermesi ve kendi ağırlıklarının etkisiyle şekillerinin bozulmasıyla, bu aletlerin bazı sakıncalarının olduğu anlaşılmıştır. Bu durum karşısında, içlerinde Bîrûnî ve İbn Sînâ'nın da bulunduğu bazı astronomlar küçük alet kullanmayı yeğlemişlerdir. Dolayısıyla aletlerin cüsselerini fazla büyütmeden dakiklik ve duyarlılıklarını arttırma yolunun bulunması büyük önem taşıyordu. Bunun farkına varan Bîrûnî gözlem aletlerinin boyutlarını büyütmek yerine, açı büyüklüklerinin okunduğu cetvellerin çapraz (transversal) çizgilerle bölümlendirilmesi yöntemini geliştirerek, Vernier İlkesi'nin temellerini atmıştır. Çok sonraları, on altıncı yüzyılın ünlü astronomlarından Tycho Brahe de (1546-1601) bu yöntemi kullanacaktır. İbn Sînâ ise, on yedinci yüzyıla kadar yaygınlaşmadan kalan, daha doğrusu, İbn Sînâ'dan hemen sonra unutulan, on yedinci yüzyıldan itibaren ise Avrupa'da çeşitli şekilleriyle icat edilerek yeni baştan canlanan ve yaygın bir şekilde kullanılmaya başlayan mikrometre adlı düzeneğin ilk örneğini geliştirmiştir.

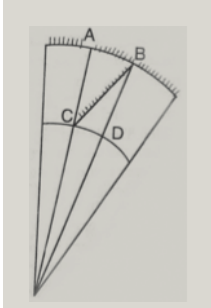
Bîrûnî'nin çalıştığı bir diğer alan da coğrafyadır. Coğrafyanın bütün alanlarında önemli çalışmalar yapmış olmasına karşın, yerölçümü konusundaki görüşleri daha fazla dikkat çekicidir. Bîrûnî, Yer'in büyüklüğünü ölçmek için iki yöntem kullanır:



Yer Merkezli Evren modeli



Bîrûnî'ye göre Dünya
1. Hazar, 2. Türkler, 3. Çin, 4. Cava, 5. Hindistan, 6. Mekran, 7. İran 8. Horasan, 9. İran Körfezi, 10. Umman, 11. Aden, 12. Külzüm, 13. Suriye, 14. Irak, 15. Pontus, 16. Akdeniz, 17. İskenderiye, 18. Mısır, 19. Sudan, 20. Berberler, 21. Ay Dağları, 22. Zenci bölgesi, 23. Fas, 24. Zükak, 25. Endülüs, 26. Rum, 27. Konstantiniye, 28. Slavlar, 29. Hazarlar, 30. Baltık ve İskandinavlar, 31. Okyanus, 32. Dibaçe adaları, 33. Zenci İmparatorluğu adaları.



Vernier Bölümlemesi
Bu bölümlemeye göre amaç AB'ye göre daha uzun olan BC'yi bölmektir.



Farklı iki tip piknometre
Bir sıvının yoğunluğunu ve genleşme katsayısını ölçmeye yarayan araçtır. Yoğunluk şişesi olarak da bilinir.

Birinci Yöntem: İki ayrı yerde yapılan ölçümlerde, bir meridyen dairesinin bir derecelik yayına karşılık gelen uzunluk, astronomik yöntemlerle ölçülerek bulunan değerin 360 ile çarpılmasına dayanmaktadır. Bu yöntem daha önce Halife Memûn (786-833) zamanında geliştirilmiş, Bîrûnî de aynı yöntemle o dönemdekine yakın değerler elde etmiştir.

İkinci Yöntem: Bu yöntem Bîrûnî'ye aittir. Hindistan'a yapmış olduğu bir seyahat sırasında, geniş bir ovaya hâkim olan yüksek bir dağa çıkmış ve orada ölçtüğü ufuk alçalma açısından yararlanarak Yer'in çevresinin büyüklüğünü hesaplamıştır.

Şekilde, α=ufuk alçalma açısı, r=Yer'in yarıçapı, h=dağın yüksekliği olarak kabul edildiğinde, AMC üçgeninde şu bağıntı yazılabilir:

$$\cos\alpha = \frac{AM}{MC} = \frac{r}{r+h}$$

Buradan r çekilirse,

$$r = (r+h)\cos\alpha = r\cos\alpha + h\cos\alpha$$

$$r - (r\cos\alpha) = h\cos\alpha\ ;$$

$$r(1-\cos\alpha) = h\cos\alpha$$

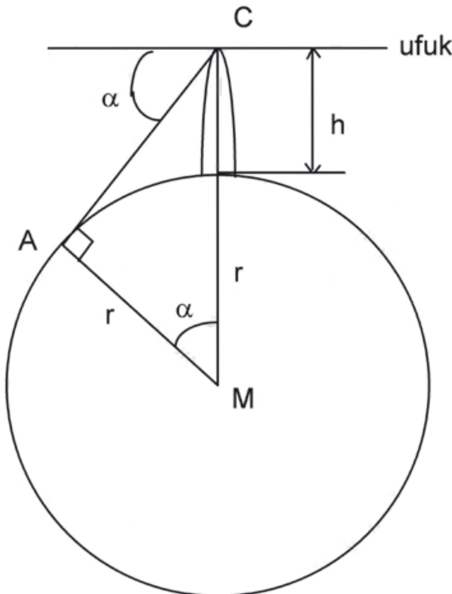
$$r = \frac{h\cos\alpha}{1-\cos\alpha}$$

$$1-\cos\alpha = \frac{2\sin^2\alpha}{2}\ ;$$

$$r = h\,\frac{\cos\alpha}{2\sin^2\frac{\alpha}{2}}$$

olur. Buradan

α=33′, h=652 arşın ve r=3333 Arap mili olduğundan, Yer'in çevresi = 2πr ≅ 42 bin km olur.



Bîrûnî'nin bilimsel kimliği ve bilgi düzeyini gün ışığına çıkaran bir kaynak da İbn Sînâ'nın, *Bîrûnî'nin Sorularına Yanıtlar* başlıklı çalışmasıdır. Bu çalışmanın günümüze ulaşmış olması çok büyük bir şanstır ve iki büyük bilginin entelektüel kimliklerinin doğasını ilk elden anlamamızı olanaklı kılmaktadır. Burada tartışılan sorular ve sorunlar, İslâm dünyasında bilimsel zihniyetin özgür, özgün ve özgül boyutlarını ortaya koyarken, aynı zamanda bilimsel bilginin ulaştığı yüksek düzeyi de göstermektedir. Tartışılan sorular ve sorunlardan birkaçı anımsandığında durum kolayca kavranacaktır. Toplam on soru etrafında şekillenen anlatımda yer alan tartışmalardan birisi göklerin muhtemel çekim kuvvetinin olup olmadığı, gök nesnelerinin dairesel hareketlerinin nasıl anlaşılacağı ve Müslümanların Muallim-i Evvel kabul ettikleri Antikçağın büyük fizikçisi Aristoteles'in göklerin çekim kuvveti olabileceği fikrini kabul etmemesinin gerekçeleri ve eleştirisiyle ilgilidir. Bir diğeri ise uzayın ve maddenin sürekli olup olmamasıyla ilgilidir ve burada da Aristoteles ile kelamcıların görüşleri karşılaştırılmış ve Aristoteles'in bir cismin bölünmez parçalardan meydana geldiği yolundaki kelamcı iddiayı niçin kabul etmediği irdelenmiştir. Doğa felsefesine ilişkin yüksek birikim gerektiren bu sorunları tartışmış olması Bîrûnî'nin yalnızca astronomi ve coğrafya değil, aynı zamanda fizikteki yetkinliğini de gösterir.

Bîrûnî çağının bir ürünüdür ve onun gereği olarak pek çok bilim alanında çalışmıştır. Kimya da bunlardan birisidir ve bu konudaki araştırmalarıyla o dönemdeki birçok yanlış anlayışı değiştirmiştir. Döneminde oldukça yaygın olan, altın ve gümüş gibi değerli madenlerin, değersiz madenlerden elde edilebileceğini öngören transmutasyon görüşünün doğru olmadığını ileri sürmüştür. Ona göre, transmutasyon sonucu elde edildiği söylenen maddeler aslında bir göz boyama, bir tür sihirbazlık sonucu olup, bunların herhangi bir bilimsel temeli yoktur. Bîrûnî, ayrıca cisimlerin özgül ağırlıklarının belirlenebilmesi için piknometrenin ilkel bir şekli olan ve kendisinin "konik alet" olarak adlandırdığı bir alet geliştirmiş ve bununla çok sayıda ölçüm yapmıştır. Bu işlem esnasında alet su ile dolduruluyor ve özgül ağırlığı istenen cisim bunun içine daldırılıyordu. Taşan su, aletin taşma borusundan başka bir kaba aktarılarak hassas bir terazi ile tartılıyor ve cismin özgül ağırlığı kolaylıkla belirleniyordu.

<<<

Bîrûnî'nin Eserlerinden Bazılarının Tanıtımı

1. *Âsâr el-Bâkiye an el-Kurûn el-Hâliye* (Unutulmuş Çağların Ölümsüz Eserleri): Bîrûnî'nin temel eserlerinden birisi olan bu kitap, çeşitli toplumların kullandıkları takvimlerle ilgilidir ve İngilizce, kısmen Fransızca ve Farsça dışında Rusça yayımlanmıştır.

2. *Tahdîd el-Nihâyât el-Emâkin li Tashîh Mesâfât el-Mesâkin* (Meskenler Arasındaki Mesafelerin Doğru Belirlenmesi İçin Mekânların Başlangıç ve Bitimlerinin Sınırlandırılması): Bîrûnî'nin Gazne'deyken yazdığı önemli eserlerinden birisidir. Jeodezi alanıyla ilgili bu çalışmasında Bîrûnî, enlem ve boylam hesaplamaları, şehirlerarası mesafeleri belirleme, kıble bulma yöntemlerini anlatır. Ayrıca tarih, coğrafya, astronomi, jeoloji vb. alanlara ilişkin bilgiler de vermektedir.

3. *Tefhîm fî Evâil-i Sınâat el-Tencîm* (Astroloji Sanatı Hakkında Düşünceler) Eserde matematik, astronomi, astroloji ve coğrafya ile ilgili konular ele alınmaktadır.

4. *Tahkîk mâ li el-Hind min Makûletin Makbûletin fî el-Akl ev Merzûle* (Hindistan Tarihi): Hint kültür ve medeniyeti konusunda kaleme alınmış ilk önemli ve kapsamlı çalışmadır. Bîrûnî'nin tarihçi kimliğini de ortaya koyan bu çalışması Hindistan'da bulunan dinler ve inançlardan başlayarak, beşeri ve tabii bütün konuları irdelemiştir.

5. *Kânûn el-Mesudî fî el-Hey'e ve el-Nücûm* (Astronomi ve Astrolojide Mesud'un Kanunu): Bîrûnî´nin en büyük eseridir. Sultan Mes´ûd´a ithaf edilmiştir. Ptolemaios'un Almagest'te yaptığı gibi trigonometriye ait geniş bir giriş yer almaktadır. Burada trigonometrik fonksiyonların birer oran veya sayı niteliğinde olduklarına dikkat çekilmiş ve birim çemberin yarıçapının 1 olarak kabul edilmesi önerilmiştir. Kitapta ayrıca astronomi, coğrafya, jeodezi ve meteoroloji konularında bilgiler yer almaktadır.

6. *Kitâb el-Saydele fî el-Tıb* (Tıp ve Eczacılık Kitabı): Bîrûnî bu çalışmasında, bitki, hayvan ve madeni kökenli ilaçlar (drog) hakkında bilgi vermiş, ayrıca her bir ilaç adının etimolojisi hakkında açıklamalar yapmıştır. Eser yukarıda değinildiği gibi Bîrûnî'nin hayatı ve milliyeti konusunda bilgi içermesi açısından da önemlidir. Kitap 1229'da Ferganalı Ebû Bekir Ali el-Kâsanî tarafından Farsçaya çevrilmiştir.

7. *Kitâb el-Cevahir fi Ma'rifet el-Cevahir* (Cevherlerin Bilgisi Hakkında Cevher Kitap): Kitapta metaller ve taşlarla ilgili açıklamalar ile birim ağırlık konuları yer almaktadır.

Diğer kitaplarından bazıları da şunlardır:

8. *Risâle fî Fihristi Kütübi Muhammed İbn Zekeriyyâ er-Râzî*

9. *Makale fî İstihrâc el-Evtâr fî el-Dâire bi Havâss el-Hatt el-Münhanî fîhâ*

10. *İfrâd el-Makâl fî Emr el-Ezlâl*

11. *Temhîdü Müstakar lî Tahkiki man el-Memer*

12. *Fî Râsikât el-Hind*

13. *Hikâye el-Âlet el-Müsemmât bî el-Süds el-Fahrî*

14. *Makâle fî Hikâyeti Tarîk el-Hind fî İstihrâc el-Umr*

15. *Terceme Kitâbi Batencel fî el-Halâs min el-İrtibâk*

16. *Gurret el-Zîcât*

17. *Kitâb fî İstiâb el-Vücûh el-Mümkine fî Saat el-Asturlâb*

18. *Makâle fî el-Niseb elletî beyne el-Filizzât ve el-Cevâhir fî el-Hacm*

19. *Makâle fî Seyri Sehmâyi el-Saâdet ve el-Gayb*

20. *Kitâb Tastîh el-Suver ve Tebtîh el-Küver*



Hüseyin Gazi Topdemir, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi (DTCF), Felsefe Bölümü, Sistematik Felsefe ve Mantık Anabilim Dalı'nı bitirdikten (1985) sonra, 1988 'de "Kemâlüddîn el-Fârâsî'nin İbn el-Heysem'in *Kitâb el-Menâzır* Adlı Optik Kitabına Yazdığı Açıklamanın Yakan Kürelerdeki Kırılmaya Ait Bölümü'nün Çevirisi ve Kritiği" başlıklı tezle yüksek lisans ve 1994'te da "Işığın Niteliği ve Görme Kuramı Adlı Bir Optik Eseri Üzerine Araştırma" başlıklı teziyle de doktora programını tamamladı. Bilimsel çalışma alanları, bilim tarihi ve bilim felsefesi olan yazarın bu konularda birçok çalışması bulunmaktadır. Halen DTCF, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı'nda profesör olarak çalışmalarını sürdürmektedir.



Yukarıda Bîrûnî'nin bir minyatürü yer almaktadır. Soldaki Bîrûnî'dir.

Kaynaklar

Bacon, *New Organon*, Yay. Haz. Fulton H. Anderson, New York, 1960.

Dramur, Rengin, "Ebû Reyhân Bîrûnî'nin Kitâb-ı Saydele fî Tıbb'ında Bazi Droglarla Tedavi," Uluslararası İbn Türk, Hârezmî, Fârâbî, Beyrûnî ve İbn Sînâ Sempozyumu Bildirileri, AKM, Ankara, 1990.

İbn Rüşd, *Siyasete Dair Temel Bilgiler*, Çev. Muharrem Hilmi Özev, Bordo-Siyah, İstanbul, 2006.

Küyel, Mübahat Türker, "Beyrunî'nin İbn Sînâ'ya Sormuş Olduğu On Soru ve Almış Olduğu Karşılıklar," *Beyrunî'ye Armağan*, TTK, Ankara, 1974.

Küyel, Mübahat Türker, "İbn Sinâ 'On Sorunun Karşılıkları'nı Beyrunî İçin mi Yazmıştır?" *Beyrunî'ye Armağan*, TTK, Ankara, 1974.

Lorch, Richard, "Beyrûnî'nin Kavun Biçimindeki Usturlabı", Uluslararası İbn Türk, Hârezmî, Fârâbî, Beyrûnî ve İbn Sînâ Sempozyumu Bildirileri, AKM, Ankara, 1990.

Nasr, Seyyid Hüseyin, *İslâm Kozmoloji Öğretilerine Giriş*, Çev. Nazife Şişman, İnsan, İstanbul, 1985.

Nasr, Seyyid Hüseyin, *İslâm'da Bilim ve Medeniyet*, İnsan, İstanbul, 1991.

Sayılı, Aydın, "Beyrunî ve Bilim Tarihi," *Beyrunî'ye Armağan*, TTK, Ankara, 1974.

Sayılı, Aydın, "Doğumunun 1000'inci Yılında Beyrunî," *Beyrunî'ye Armağan*, TTK, Ankara, 1974.

Sayılı, Aydın, "İbn Sînâ'da Astronomi ve Astroloji," *İbn Sînâ Doğumunun Bininci Yılı Armağanı*, Derleyen: Aydın Sayılı, Ankara, 1984.

Tekeli, Sevim ve diğerleri, *Bilim Tarihine Giriş*, Nobel, Ankara, 1999.

Topdemir, Hüseyin Gazi ve Yavuz Unat, *Bilim Tarihi*, Pegem, Ankara, 2008.

Tümer, Günay, "Beyrûnî'nin Karşılaştırmalı Dinler Tarihi Çalışmaları," *Beyrunî'ye Armağan*, TTK, Ankara, 1974.

Tümer, Günay, "Bîrûnî", *İslâm Ansiklopedisi*, TDV, Cilt 6, İstanbul, 1992.

Ünver, Süheyl, "Ebu Reyhan el-Beyrunî'nin Farmakoloji ile İlgili Görüşleri", *Beyrunî'ye Armağan*, TTK, Ankara, 1974.

Dr. Bülent Gözcelioğlu

Gebere Otu
(Kapari)

Türkiye Doğası flora kısmında bu ay ekonomik yönden çok değerli bir bitki olan gebere otu ya da kapari adıyla bilinen bir bitkiyi tanıtacağız. Gebere otu, gıda ve ilaç sanayisinden toprağın erozyonunu önlemeye kadar çok çeşitli alanlarda kullanılabilen bit bitki ve doğal olarak ülkemizde yetişiyor. Ayrıca ülkemiz koşullarında kültüre alma ve kültürünü yapma konusunda da çalışmalar var. Ülkemizde fazla olmasa da yetiştiriciliği yapılıyor.



bulent.gozcelioglu@tubitak.gov.tr

Gebere otu dik ve yatık olarak, çalımsı yapıda büyüyen, dikenli bir bitki. Güneş alan yerlerde daha çok bulunuyor. Genellikle kalsiyum, fosfor yönünden zengin, kalkerli ve killi özellikleri olan topraklarda büyüyor. Gebere otu ülkemizde genellikle Akdeniz ikliminin yaşandığı Batı Anadolu'da, bunun yanında Tokat ve çevresinde, Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu civarında görülüyor. Gebere otunun ülkemizde *Capparis spinosa* ve *Capparis ovata* olmak üzere iki türü doğal olarak yayılış gösteriyor.

Gebere otunun protein, vitamin ve mineral maddelerce zengin çiçek tomurcukları gıda olarak tüketiliyor. Tomurcuklar ne kadar küçükse kalitesi o kadar yüksek oluyor. Gebere otunun 100 gr çiçek tomurcuğunda kuru madde olarak 67 mg fosfor, 9 mg demir, 24 mg protein,12 mg selüloz ve 2 mg lipit olduğu ortaya konmuş bulunuyor. Gıda, kozmetik, boya ve ilaç sanayisinde kullanılan gebere otu genellikle salamura şeklinde ihraç ediliyor. Kabızlık giderici, idrar söktürücü, balgam söktürücü, ağrı kesici özellikleri bilinen bu otun karaciğer fonksiyonlarını düzenleyici etkisi de var.

Gebere Otunun Ekonomik ve Ekolojik Önemi: Türkiye işlenmemiş kapari ihracatından sadece 20 milyon TL kazanırken, İspanya yılsa 25 milyar TL kazanç elde ediyor. Bundan dolayı İspanya gebere otunu milli bitki ilan etti. Ekolojik olarak bakılınca da, gebere otu derin köklü, yayılıcı özelliği olan ve çok yıllık bir bitki olması nedeniyle erozyonla mücadele için de yararlı bir türdür. Erozyon tehdidi altında olan, normal kültür bitkilerinin yetişmediği yerlerde ekimi yapılarak gelir elde etmek ve erozyonu önlemek mümkündür. Doğada kendiliğinden yetişen gebere otunun yetiştiriciliğinin tohumla üretilen fidanlarla yapılması gerekir. Doğadan sökülerek yapılan yetiştiricilik başarılı olmadığı gibi doğal ekosisteme de çok zarar verir.

Nasıl yetiştirileceği konusunda daha fazla bilgi Tarım Bakanlığı'ndan alınabilir:

http://www.tarim.gov.tr/uretim/Bitkisel_Uretim,Bitkisel_Uretim.html

Fotoğraf: Prof. Dr. Bayram Göçmen

Kaynaklar
Nadaroğlu H., Demir Y., Demir N., *Kapari (Capparis spinosa) Bitkisinin Antioksidan ve Antiradikal Özelliklerinin İncelenmesi*, Türkiye 10. Gıda Kongresi; Erzurum. 2008.
Söyler D., Arslan N., "Kebere (*Capparis spinosa L.*) Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine Bazı Büyümeyi Düzenleyici Maddelerin Etkileri," *The Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 24. 2000.

Anadolu Orakkanadı

Doğanın en narin, en güzel canlıları arasında kelebekler yer alıyor. Bu kadar narin ve kırılgan yapıda olmalarına karşın hayatlarını ülkemiz doğasının zorlu koşullarında devam ettiriyorlar. Hatta bilim insanları dışında birçok doğa fotoğrafçısını da peşlerinden koşturuyorlar. Günümüzde ülkemizde kelebekleri görüntüleyen çok sayıda doğa fotoğrafçısı var. Bunlar hem kelebekleri fotoğraflıyorlar hem de bilimsel çalışmalara katkı sağlıyorlar. Doğa fotoğrafçıları sayesinde kelebeklerin yayılış alanları yeni kayıtlarla birlikte yavaş yavaş şekilleniyor.



Kelebekler Lepidoptera takımı üyeleridir. Kanatları üzerinde, içinde pigment olan keratin yapılardan pullar oluşmuştur. Bundan dolayı pul kanatlılar olarak da adlandırılırlar. Aslında kanatlarının yanı sıra, gövdeleri ve bacakları da tamamen pullarla kaplıdır. Kelebeklerin bacakları koşucu-yürüyücü tipte olur. Ağız yapılarıysa emici tiptedir. Ağız parçalarından "galea" adı verilen kısmın uzamasıyla hortum denen yapı oluşmuştur. Besinleri, tat alma organları yardımıyla seçerler. Antenler genellikle tüy biçimindedir, ancak farklı anten tipleri de görülür. Larvaları tırtıl şeklindedir. Larva evresinden sonra kozanın içinde saklandıkları pupa evresini geçirip ergin hale gelirler.

Ülkemizde çok sayıda kelebek türü var. Bunlardan biri de Anadolu orakkanadı. Ülkemizin çoğu yerinde bu türe rastlanır. Yaprağa benzer kanatlarıyla tanınırlar. Genellikle yüksek rakımlı yerlerde yaşarlar. 3000 metreye kadar olan yüksekliklere çıktıkları biliniyor. Kanyonlar, vadiler, kurak yerler, seyrek ormanlık alanlar başlıca yaşam alanlarıdır. Genellikle mart ile ekim ayları arası tek nesil oluşturarak uçarlar ve erginleri kış uykusuna yatar.

Nasıl hayatta kalıyorlar? Aslında bu soruyu insan etkileri dışında değerlendirmek gerekir. İnsanın neden olduğu etkilere genelde yanıt veremezler ve soyları tehlike altına girer. Böcekler özellikle kelebekler, yarasaların ve kuşların en çok avladıkları hayvan grubudur. Özellikle yarasaların gece uçuşlarında yedikleri kelebek miktarı vücutlarının birkaç katı ağırlığında olabilir. Bu kadar çok avlandıkları için olsa gerek kelebekler de çoğu böcek türü gibi değişik savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bazı kelebekler düşmanlarından korunmak için kanatlarındaki parlak, dikkat çekici, göze benzeyen benekleri kullanır. Bu benekler daha büyük bir canlıymış izlenimi verir. Bazıları renklerini ortama benzetir. Bu, bulundukları zemine uyma ya da bir nesneye benzeme biçimde gerçekleşir. Yeşil yaprakların üzerinde yaşayan bir böceğin yeşil yaprağa benzemesi, ağaç kabuğunda yaşayan bir böceğin üzerinde bulunduğu zemine benzemesi gibi. Böylece çok iyi kamufle olarak doğal düşmanlarından korunmayı başarırlar.

Anadolu orakkanadı ülkemizin hemen hemen her yerinde bulunur. *Gonepteryx farinosa farinosa* (Zeller, 1847) ve *Gonepteryx farinosa turcirana*, De Freina, 1983 olmak üzere iki tane alttürü vardır.

Fotoğraf: Prof. Dr. Bayram Göçmen

Kaynaklar
Demirsoy, A., Yaşamın Temel Kuralları Cilt 2 / Kısım 2/ Omurgasızlar / Böcekler-Entomoloji, Meteksan, 1996.
http://www.ozgurdoga.net/aciklama/GonepteryxFarinosa.htm

Mars'ta Yaşamın İzinde…

Salda Gölü

Anadolu'nun jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri yer bilimcilere büyük bir laboratuvar sunuyor. Salda Gölü, Anadolu'nun jeolojik zenginliğine verilebilecek en iyi örneklerden biri. Fazla bilinmeyen Salda Gölü'nün diğer bir özelliğiyse Mars'ta yaşama ilişkin izlerin araştırılmasına ortam sağlıyor olması...

Salda Gölü, Yeşilova (Burdur) bulunan karstik oluşumlu bir göl. Göl, İki milyon yıl önce gerçekleşen bir çöküntünün oluşturduğu havza içinde yer alıyor. Rakımın 1140 metre olduğu gölde, derinlik 185 metredir. Gölün güney tarafı çayırlık, diğer tarafları genellikle kayalıktır. Sahilleriyse kumsal yapıda ve bembeyazdır. Göl suyunda Ağustos ayında yapılan ölçümlerde su sıcaklığı 25 ^{0}C olarak bulunmuştur. Bu sıcaklık 30 metre derinlikten sonra ise 0 ^{0}C'nin altına düşer. Bazik özelliği olan Göl suyu karbonat çökelmesine uygun bir yapıdadır. pH'si yaklaşık 9, Mg 200 ppm, Ca 3 ppm ve Na ise 75 ppm dolayındadır. Göl suyu kıyıdan 50-60 m içeride aniden derinleşir. Magnezyum içeren göl suyunda mavi-yeşil algler de yoğun olarak bulunur. Bu algler magnezyumu tüketerek beyaz renkli hidromanyezit oluşumuna yol açarlar. Göl kıyısının beyaz renkli görülmesinin nedeni budur. Gölde ayrıca stromatolitik yapılar yaygındır. Stromatolitler genellikle mavi-yeşil alglerin bir araya gelerek birikmesiyle, sığ yerlerde kaya şeklinde oluşan yapılardır. Konik, dallanmış, dairesel ve kolon tipi biçimlerinde görülürler. Bu stromatolitler göl içinde çökelerek kaya şeklinde değişik yapılar oluşmasına da neden olur.

Salda Gölü'nün en önemli özelliklerinden biri de, Dünya'da Mars'ın yüzey özelliklerini taşıyan iki yerden birisi olmasıdır. Bu yerlerden biri Kanada'nın kuzey bölgesinde, diğeri de Salda Gölü'ndedir. Gölde bulunan magnezyum içerikli beyaz kayalar Mars'ta da vardır. Bu, Mars'ta eskiden deniz ya da göl olabileceğini ve burada da güneş enerjisi ile kimyasal moleküllerin birleşmesiyle hayatın olabileceği fikrini ortaya çıkarmıştır.

Salda Gölü JEMİRKO (Jeolojik Mirası Koruma Derneği) tarafından jeolojik miras olarak ilan edilmiş ve gölün jeopark/jeosit alanına dönüştürülmesi önerilmiştir. 1989 yılından bu yana doğal SİT alanı içerisindedir.



Fotoğraf: Turgut Tarhan

Kaynaklar
http://www.jemirko.org.tr/
Russell M. J. ve diğerleri, "Search for Signs of Ancient Life on Mars: Expectations from Hydromagnesite Microbialites, Salda Lake, Turkey," *Journal of the Geological Society* 156: 5 (1999): 869-888.

Son Görüldüğü Tarih 1970…

Hazar Kaplanı



Hazar kaplanlarının, sırt kısımları kırmızımsı portakal rengiyle kırmızımsı kahverengi arasında değişen renklerde, karın kısmıysa krem ya da beyaz renkteydi. Baş, gövde, kuyruk, kol ve bacaklarda siyah, gri, kahverengi şeritler bulunurdu. Boy ve ağırlıkları erkek bireylerde 270-295 cm ve 170-240 kg, dişilerdeyse 240-260 cm ve 85-135 kg kadardı. Hazar kaplanı da diğer kedigiller gibi etçildi. Büyük memeliler, örneğin geyik, karaca, domuz başlıca avları arasındaydı. Bunun yanında avlayabildiği küçük memelileri ve kuşları da yerdi. Hazar kaplanları tek olarak yaşardı. Yaşam süreleri 10-15 yıl kadardı. Yalnızca çiftleşme zamanında bir araya gelirlerdi Hazar kaplanları, sık çalılık yerlerde, orman açıklıklarında, nehir kenarlarında yaşarlar ve suya girip yüzebilirlerdi.

Hazar kaplanının ülkemizde Siirt, Hakkari, Uludere (Şırnak), Çukurca (Hakkari) çevrelerinde, Irak sınırındaki dağlarda ve vadilerde yakın zamanlara kadar bulunduğu biliniyor. En son birey Şubat 1970'te Şırnak'ın Uludere ilçesinde vurulmuştur. 122 cm gövde uzunluğundaki erkek hazar kaplanının postu üç yıl sonra 1973'te Güneydoğu Anadolu'da bitki araştırmaları yapan İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi'nden Prof. Dr. Turhan Baytop tarafından İstanbul'a getirilmiştir. Prof. Dr. Turhan Baytop hazar kaplanı ile ilgili bir derleme yapmış ve daha önceki yıllarda da Uludere ve Şırnak bölgelerinde sekiz adet kaplanın vurulduğunu köylülerden duyduğunu belirtmiştir. Bu tarihten sonra kaplan görülmemiştir.

Çok değil 40 yıl öncesine kadar Anadolu coğrafyasında kaplanlar yaşıyordu. Bugün buna kimseyi kolay kolay inandıramazsınız. Bu durum soylarının sessiz sedasız tükendiğinin de göstergesidir. Elbette geçmişten çok geleceği düşünmeliyiz. Ancak bu canlıları hatırlayarak en azından günümüzün yabani türlerini korumak, sağlıklı bir ekosistemin devamı için gerekli olduğu kadar insani bir sorumluluktur.

Tarih boyunca gergedan, fil, goril ve benzeri birçok canlının yaşayışına tanıklık etmiş olan Anadolu, bugün soyu tükenmiş hayvan ve bitkilerin yaşamına ve yok oluşlarına da tanıklık etmiştir. Bu sayımızdan itibaren Anadolu'nun doğa tarihi sayfalarını çevireceğiz. Bir zamanlar bu topraklarda yaşamış olan ancak günümüzde Anadolu'da soyları tükenen canlıları tanıtacağız. Hazar kaplanı, aslan, çita, pars, yakalı toy, yabani sığır bunlardan bazıları. Hazar kaplanıyla başlıyoruz…



Hazar kaplanı (*Panthera tigris virgata*), günümüzde yaşamını devam ettirmeye çalışan Bengal kaplanına (*Panthera tigris tigris*) genetik ve morfolojik özellikleri bakımından çok benzer.

Çizim : Ayşe İnan Alican

Kaynaklar
http://www.jemirko.org.tr/
Demirsoy, A., *Türkiye Omurgalıları, Memeliler*, Çevre Bakanlığı, 1996.
http://tr.wikipedia.org/wiki/Hazar_kaplanı

Doç. Dr. Ferda Şenel

Vitaminlerin ABC'si

Vitaminler, vücuttaki birçok farklı kimyasal olayda önemli rol alır. Doğrudan enerji üretiminde kullanılmayan vitaminler çoğunlukla enzimlere yardımcı olarak etkilerini gösterir. Vitaminler, her an kullanılabilmek üzere, kan dolaşımında sürekli belirli düzeylerde tutulur. Eksik olmaları durumunda önemli hastalıklar ortaya çıkar. Vitaminler hücrelerde az miktarda depolanır, fazlası vücut dışına atılır. Ancak bazı vitaminler yağ dokularında veya karaciğerde depolanabilir. Örneğin, uzun süre alınmasa bile, vücutta aylarca yetecek kadar A ve D vitamini bulunur.

Vitaminlerin önemi ilk olarak 1900'lerin başında anlaşılmıştır. Halsizliğe, yaraların geç iyileşmesine yol açan ve sık enfeksiyon ve kanamayla seyreden skorbüt hastalığının bol sebze ve meyve yiyerek düzeldiğinin gözlemlenmesi üzerine yapılan araştırmalarda, bu tür besinlerde bir maddenin varlığı tespit edildi. Bu maddeye ilk olarak antiskorbutik vitamin, daha sonra da C vitamini (askorbik asid) denildi. C vitamini temel olarak şeker yapısındadır. Bu vitamin, bağ dokularına sağlamlığını veren kolajen adlı bir proteinin yapımında önemli rol oynar. C vitaminin, kan damarlarının gereken kuvveti kazanmasında da önemli yeri olduğu düşünülmektedir. Eksikliğinde damar yapısı zayıflar ve kanama riski artar. Bağışıklık sisteminde görevli alyuvarların işlevlerini düzenli olarak yerine getirebilmesi için de C vitamini gereklidir. Bu nedenle C vitamininin, özellikle üst solunum yolu enfeksiyonlarında koruyucu görevi olduğu belirtilmektedir.

C vitamininin en önemli kaynağı sebze ve meyvelerdir. Narenciye grubu meyveler (limon, portakal, greyfurt), kivi, ananas ve çilek yüksek miktarda C vitamini içerir. Her ne kadar bu meyvelerin en yüksek miktarda C vitamini içeren gıdalar olduğu sanılsa da aslında bu vitaminin en büyük kaynağı kuşburnu, maydanoz, karnabahar, kara lahana, yeşil biber ve ıspanaktır. Günlük C vitamini ihtiyacı yaşa göre değişir. Çocuklarda ortalama olarak günde 50 mg C vitamini yeterliyken ergenlik çağında bu ihtiyaç günde 100 mg'a çıkar. Erişkin bir erkek için önerilen günlük doz 75 mg'dır. Vücudun vitamin ihtiyacı çeşitli durumlarda farklılık gösterebilir. Örneğin gebe ve emziren kadınlarda, enfeksiyon hastalıklarında, yaralanma ve soğuk hava gibi vücudu strese sokan durumlarda C vitamini ihtiyacı artar. Sporcuların ve ameliyat olacak kişilerin normalin üzerinde C vitamini alması gerekir. Gıdalarla alınan C vitamini birkaç saat içerisinde neredeyse % 90 oranında emilerek kana karışır. Kandaki C vitamini, gereken dokulara taşındıktan sonra geri kalan kısım böbrekler tarafından atılır. Vücudun dayanabileceği en yüksek C vitamini miktarı günde 2000 mg'dır. Bunun üzerindeki dozlarda mide ve bağırsak sorunları görülür.

Vücutta meydana gelen birçok kimyasal tepkimede görev alan C vitamininin, vücudun kansere karşı savaşında da önemli rol oynadığı gözlenmiştir. ABD'deki Ulusal Sağlık Enstitüsü'nün (NIH) yaptığı bir çalışmaya göre yüksek doz C vitamini kanser hücrelerini öldürüyor ancak sağlıklı hücrelere zarar vermiyor. Kandaki akyuvarları ve lenf bezlerini tutan lenfoma adlı kansere karşı oldukça etkili olan yüksek doz C vitamini uygulaması meme, akciğer, kalın bağırsak ve yumurtalık kanserinde de umut vaat ediyor.



mfsenel@yahoo.com.tr



Grip ve C Vitamini

Soğuk kış aylarında sıkça görülen gribal enfeksiyonların önlenmesinde vitaminlerin faydalı olduğu görüşü hâkimdir. Bunların başında C vitamini gelir. İlk olarak 1970'lerin başında Dr. Pauling adlı bir araştırmacının, C vitamini takviyesinin gribe yakalanma riskini ve hastalığın şikayetlerini azalttığını söylemesiyle bu vitamine olan ilgi arttı. Daha sonra yapılan bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlar bunu desteklemese de 2004 yılında yayımlanan bir makale, C vitamininin önemini tekrar gündeme getirdi. Bu makalede askeri birlikler, öğrenci grupları ve maraton koşucuları üzerinde yapılan toplam 12 çalışmanın sonuçları özetleniyordu. Bunlardan beşi küçük çapta çalışmalardı ve C vitamininin gribe yakalanma riskini % 45-91 arasında azalttığını ifade ediyordu. Üç çalışmadaysa C vitamininin zatürreye yakalanma riskini % 80-100 arasında azalttığı belirtiliyordu. Ancak bazı çalışmalarda bu bağlantı görülmüyordu. Sonuç olarak, C vitamininin üst ve alt solunum yolu hastalıklarına etkisi halen net olarak bilinmese de, genel kanı bu hastalıkları önleyici olduğu yolundadır. Mevsim meyve ve sebzelerini yeterince tüketerek dengeli beslenmenin gribe karşı en önemli koruyucu unsur olduğu kabul edilmektedir.

B vitaminleri

B vitaminleri vücut için oldukça önemli bir grup moleküldür. Piridoksin olarak adlandırılan B6 vitamini 60'tan fazla proteinin görevini düzenli yapabilmesi için gereklidir. Bağırsaktan amino asitlerin emiliminde ve genetik şifrenin yapı taşları olan nükleik asitlerin sentezinde B6 vitamini rol oynar. B6 vitamini, beyinde iletici olarak görev yapan asetilkolin, GABA, serotonin gibi moleküllerin işlevi için kilit öneme sahiptir. Aşırı alkol tüketenlerde, emziren kadınlarda veya bazı ilaçları (örneğin tüberküloz tedavisinde kullanılan bir ilaç olan izoniazid) kullanan kişilerde eksikliği görülebilir. Eksikliğinde aşırı sinirlilik hali, depresyon, ruhsal bozukluklar, denge kaybı ve sinir iltihabı (nörit) ve koordinasyon bozuklukları görülebilir. Kırmızı ve beyaz ette, çiğ sebzelerde, süt ve süt ürünlerinde fazla miktarda B6 vitamini bulunur. B6 vitamininin en yüksek miktarda bulunduğu sebzeler lahana, yeşil ve kırmızı biberdir. Günlük B6 vitamini ihtiyacı çocuklarda yaklaşık 1-2 mg, yetişkinlerde 2 mg'dır. Hamilelikte ve emzirme durumunda bu vitamine olan ihtiyaç artar.

Folik asit, ilk olarak 1941 yılında ıspanak yapraklarında keşfedilen ve kırmızı kan hücrelerinin olgunlaşmasını sağlayan bir B vitaminidir (B9). Ek olarak folik asit genetik maddenin yapı taşları olan pürin ve primidinlerin yapımına yardım eder. Bu yapı taşları, özellikle anne karnındaki bebeğin sinir sisteminin gelişimi için çok önemlidir. Gebelik öncesinde veya ilk üç ay içerisinde başlanan folik asit alımının, bebeği bazı merkezi sinir sistemi hastalıklarından (örneğin spina bifida) koruduğu düşünülmektedir. Folik asit, kıvırcık salata ve ıspanak gibi yeşil yapraklı sebzelerde ve bezelyede bol miktarda bulunur. Günlük folik asit ihtiyacı 400 mikrogram düzeyindedir. Yeterince alınmadığında "megaloblastik anemi" denilen bir kansızlığa yol açar.

B vitaminleri arasında ilk keşfedilen B1'dir (tiyamin). İlk olarak 1890 yılında, kabuğu soyulmuş pirinçle beslenen tavuklarda felç ve kasılmalarla seyreden bir hastalık görüldü. Hastalığın tavuklara kabuklu pirinç yedirmekle düzeldiğini gören araştırmacılar, bunu sağlayan maddeyi tespit etmeye çalıştı. Çalışmalar sonucunda 1926 yılında "tiyamin" adı verilen madde saf olarak elde edildi. Süt ve süt ürünlerinde, mercimekte, fasulyede, yeşil sebzelerde, fındık ve fıstıkta bolca B1 vitamini vardır. Karbonhidrat yapımında görev alan B1 vitamininin eksikliğinde halsizlik, kas güçsüzlüğü, sinir harabiyeti, kalp yetmezliği ve hatta ölüme yol açan "beriberi" hastalığı görülür.

Diğer vitaminlerden farklı olarak B12, diğer adıyla siyanokobalamin sadece hayvansal kaynaklarda bulunur. Sebzelerde bulunmadığı için vejetaryenlerin mutlaka düzenli B12 vitamini alması gerekir. B12 vitamini, kırmızı kan hücrelerinin yapımında kullanılır ve eksikliğinde kansızlık (anemi) görülür. Ek olarak B12 vitamininin, sinir uçlarının normal gelişimi ve hafızanın güçlenmesi için de oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

A Vitamini

Yağda eriyen vitamin grubundan olan A vitamini, diğer adıyla retinol esas olarak hayvansal ürünlerde bulunur. Balıkyağı, karaciğer, tereyağı, peynir ve yumurta A vitamininin en önemli kaynaklarıdır. Bu vitamine dönüşen beta karoten yeşil yapraklı, sarı sebzelerde ve tahıllarda bulunur. Sağlıklı cilt, saç, diş eti, görme ve bağışıklık sistemi için oldukça önemli bir vitamindir. Bu vitaminin eksikliğinde gece körlüğü, bağışıklık sisteminde zayıflama, ciltte sivilceler, diş eti hastalıkları ve saç dökülmesi görülebilir.

Kaynaklar
Hemilä, H., "Vitamin C Supplementation and Respiratory Infections: A Systematic Review", *Military Medicine,* Cilt 169, Sayı 11, s. 920-925, Kasım 2004.
Randaccio, L., Geremia, S., Demitri, N., Wuerges, J., "Vitamin B12: Unique Metalorganic Compounds and the Most Complex Vitamins", *Molecules,* Cilt 30, Sayı 5, s. 3228-3259, Nisan 2010.
WHO, "Global Prevalence of Vitamin A Deficiency in Populations at Risk 1995-2005", WHO Global Database on Vitamin A Deficiency, Cenevre, *World Health Organization,* 2009.



NASA,ESA, M. Robberto

Yıldızların Doğduğu Yer

Fotoğraftaki kırmızı noktaların her biri yeni doğmuş bir yıldız. Onlara hayat veren Orion Bulutsusu (M42) bir yıldız fabrikası. Hubble Uzay Teleskobu'yla çekilen bu fotoğrafta deneyimsiz bir göze fazla ayrıntı gözükmeyebilir. Ancak yıldız evrimi üzerinde çalışan gökbilimciler bu fotoğrafta yıldız oluşumunun her aşamasını görebiliyorlar.

Orion Bulutsusu amatör gökbilimcilerin de en çok gözlediği cisimlerden biri. Bunda gökyüzünde bulunması en kolay gökcisimlerinden biri olmasının da payı var. Bulutsu, parlaklığı sayesinde ışık kirliliğinden fazla etkilenmeyen bölgelerde çıplak gözle kolaylıkla seçilebiliyor. Bulutsunun yer aldığı, Orion Takımyıldızı Aralık'ta hava karardıktan yaklaşık bir saat sonra doğu ufkunda belirir. Yunan mitolojisindeki görkemli avcı Orion'un kemerini simgeleyen ve ufkun üzerinde üst üste dizili üç parlak yıldız kolayca seçilebilir. Orion'un kılıcının ışıltısı Orion Bulutsusu'ysa bu üçlünün hemen sağ altında görülebilir. Bir dürbünle bakıldığında, bulutsu çok daha belirgin ve parlak görünür ve neredeyse dürbünün görüş alanını doldurur. Çünkü bulutsunun genişliği, dolunayın çapının yaklaşık 4 katını bulur. Teleskopla, bulutsunun içindeki parlak yıldızlar ve bulutsunun ilginç ayrıntıları incelenebilir.

Teleskop Yapma Yarışması

Türk Astronomi Derneği, ödüllü bir teleskop yapma yarışması düzenliyor. Yarışmanın amacı ülkemizde astronomiye ve fiziğe ilgi duyan çocuk, genç, yaşlı herkesi, elleri ile bir şeyler yapmaya özendirmek. Yapılan teleskopla Galileo'nun 400 yıl önce yaptığı teleskop ile ilk kez gözlediği Jüpiter'in aylarının gözlenebilmesi bekleniyor.

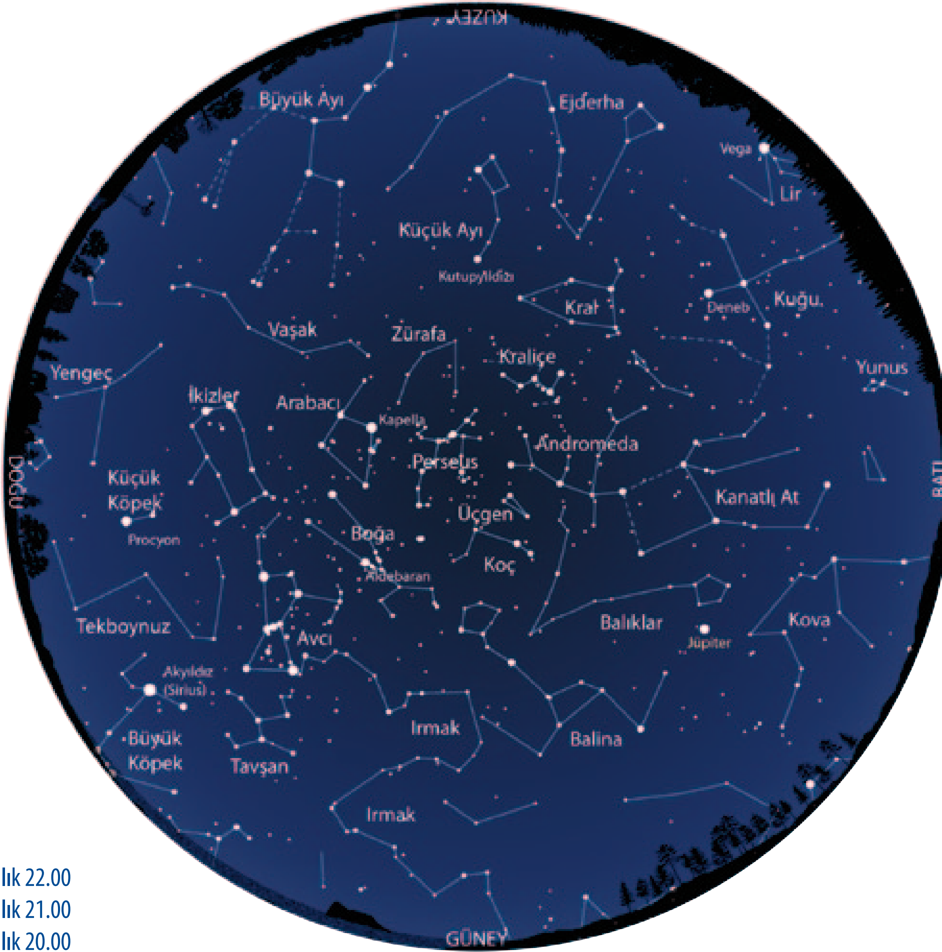
Türk Astronomi Derneği'nin 2009 Astronomi Yılı için oluşturduğu http://www.astronomi.org/ sitesinde duyurulan yarışmada teleskopların mercek kullanılarak yapılması gerekiyor. Bunun yanı sıra, yapılacak teleskopların en az 10 kez büyütmesi ve teleskopla oluşan görüntünün ters olmaması gerekli.

Teleskop Yapma Yarışması için son başvuru tarihi yıl sonu yani 31 Aralık 2010. Yarışmayla ilgili ayrıntılı bilgiye http://www.astronomi.org/ adresinden ulaşabilirsiniz.



Thinkstock

alp.akoglu@tubitak.gov.tr



1 Aralık 22.00
15 Aralık 21.00
31 Aralık 20.00

01 Aralık
Satürn, Ay'ın 10° güneyinde (sabah)

02 Aralık
Venüs, Ay'ın 10° güneyinde (sabah)

14 Aralık
Jüpiter, Ay'ın 11° güneyinde

21 Aralık
Tam Ay tutulması (ülkemizden gözlenemeyecek)

22 Aralık
Kış gündönümü (en uzun gece - en kısa gündüz)

29 Aralık
Satürn, Ay'ın 8° kuzeyinde (sabah)

31 Aralık
Venüs, Ay'ın 9° kuzeyinde (sabah)

Aralık'ta Gezegenler ve Ay

Merkür, 1 Aralık'ta akşam gökyüzünde en yüksek konumunda. Ayın ortalarından sonra gezegenin yükselimi hızla azalacak ve Merkür birkaç gün içinde gözden kaybolacak. Merkür, yıl sonunda yeniden gözlenebilir duruma gelecek. Ancak bu sefer sabah gökyüzünde olacak.

Venüs, ay boyunca sabah gökyüzündeki yükselimini korurken güneye doğru kayıyor. Giderek Dünya'dan uzaklaşan gezegen, görünür büyüklüğünün küçülmesi nedeniyle teleskoplu gözlemcilerin ilgisini kaybedecek.

Mars, akşam gökyüzünde batı ufku üzerinde olmasına karşın görülemeyecek kadar alçalmış durumda.

Jüpiter, hava karardığında gökyüzünde en yüksek konumunda. Gezegeni görmek için gökyüzünde güneye doğru bakmak yeterli. Gezegen güney ufkuyla başucu arasında, hemen hemen tam ortada bulunuyor.



2 Aralık sabahı güneydoğu ufku



31 Aralık sabahı güneydoğu ufku

Satürn, sabah gökyüzünde. Gezegen ayın başında Güneş'ten yaklaşık dört saat önce doğuyor. Ay sonundaysa gece yarısı civarı doğu ufkunda beliriyor.

Ay, 5 Aralık'ta yeniay, 13 Aralık'ta ilkdördün, 21 Aralık'ta dolunay, 28 Aralık'ta sondördün hallerinden geçecek.



Yaşlandıkça Hayat Neden Çabuk Geçer

Belleğimiz Geçmişimizi Nasıl Şekillendirir?
Douwe Draaisma
Çev. Gürol Koca
Metis Yayınları, Metis Bilim, 2007

Kişisel deneyimlerimizin bizi biz yapan özellikler ve benliğimiz üzerinde belirleyici olduğunu biliriz. Ancak bu etkileme sürecinde neler olduğu bir muamma gibidir ve neden sonuç ilişkilerinin genel geçer kurallara bağlanması imkânsızdır. Çevirisi Metis Yayınları'ndan 2008'de çıkan Yaşlandıkça Hayat Neden Çabuk Geçer adlı popüler bilim kitabı, okurları psikologların 1980'li yıllardan beri "otobiyografik bellek" olarak adlandırdığı, belleğimizin kişisel deneyimlerimizi depoladığımız bölümünde heyecan verici bir keşfe çıkarıyor. Yazar Douwe Draaisma hepimizin yaşadığı, yaşayabileceği ya da başkalarında gözlemleyebileceği pek çok deneyimden yola çıkarak dünyayı ve kendimizi algılayış biçimimize ilişkin çarpıcı sorulara cevap arıyor.

Otobiyografik bellek, öznel deneyimleri ve bunların içsel yansımalarını konu edindiği için, bu konudaki araştırmalara yönelik güvenilir deneysel yaklaşımlar geliştirmek hayli zor. Yazar Draaisma kitabında birtakım soruları tartışırken bir yandan da otobiyografik bellekle ilgili deneysel ve gözlemsel araştırmaları tarihsel bir akış içerisinde ele alıyor.

Douwe Draaisma

Douwe Draaisma (1953) Hollanda'daki Groningen Üniversitesi'nde psikoloji ve felsefe eğitimi almıştır ve halen aynı üniversitenin Psikoloji Tarihi ve Teorisi Bölümü'nde öğretim üyeliği yapmaktadır. Utrect Üniversitesi'ndeyken bellek dilinin metaforik doğası hakkında yazdığı tez 1993'te De metaforenmachine. Een geschiedenis van het geheugen (Bellek Metaforları, Metis, 2007) adıyla kitaplaşmış ve Hollanda Ulusal Psikologlar Enstitüsü'nün verdiği Heymans ödülünü kazanan kitap hem kendi dilinde hem de çevrildiği sekiz dilde büyük ilgi görmüştür. 2001'de yayımlanan Waarom het leven sneller gaat als je ouder wordt. Over het autobiografische geheugen (Yaşlandıkça Hayat Neden Çabuk Geçer, Metis, 2008) adlı kitabıysa daha da büyük bir yankı uyandırmış ve on bir dile çevrilmiştir. Draaisma bu kitapla Hollanda'da dört ödül almıştır: "En iyi düşünsel deneme" kitabına verilen J. Greshoff Ödülü, "bilgi ve bilim alanında en iyi inceleme" kitabına verilen Euroka Ödülü, Jan Hanlo Edebi Deneme Ödülü ve Ulusal Psikologlar Enstitüsü'nün "psikoloji alanını en iyi tanıtan" kitaplara verdiği medya ödülü.

Draaisma deneysel psikolojinin ilk dönemlerinde kesinlik kavramının rolü üzerine yaptığı araştırmaların sonuçlarını The Age of Precision: F. C. Donders and the Measurement of Mind (Kesinlik Çağı: F. C. Donders ve Zihnin Ölçümü, 2002) adlı kitapta yayımlamıştır. 2006 yılında da Ontregelde geesten. Ziektegeschiedenissen (Akıl Hastalıkları) adlı bir kitabı yayımlanan Draaisma'nın Hollandalı psikolog-felsefeci Heymans, William James, zaman ölçümünün tarihi ve nörolojinin tarihi konusunda kaleme aldığı çeşitli bilimsel makaleleri de vardır.

Kitapta neden kimi yaşantıları hatırlamak isteyip de hatırlayamadığımız ve neden unutmak istediklerimizi bir türlü unutamadığımız, kokularla anılarımız arasındaki ilişkiler, dejavu deneyimi, yaşlanmayla birlikte değişen zaman algısı, belleğimizdeki "flaş anılar", ölüm anında yaşanan zihinsel deneyimler gibi birçok konu tartışılıyor.

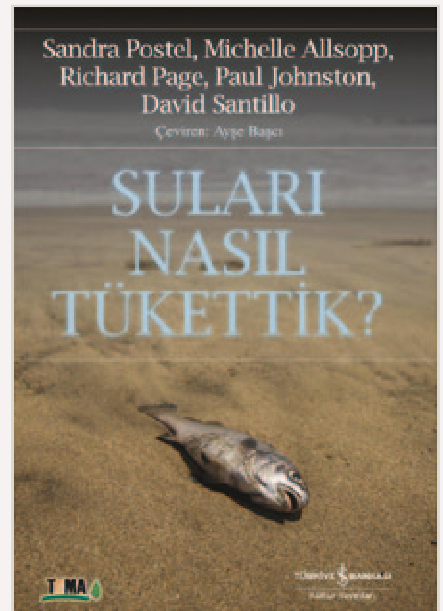
Yazar tüm bu bellek olaylarının bilimsel alt yapısını duyarlılıkla ve empatiyle ele aldığı kişisel deneyimler çerçevesinde ve edebi lezzette bir anlatımla sunuyor. Okurların dünyaya ve kendilerine bakışında ufuk açıcı olacağını ve derinlik katacağını umuyoruz.

Suları Nasıl Tükettik

Sandra Postel, Michelle Allsopp,
Richard Page, Paul Johnston, David Santillo
Çev. Ayşe Başçı
Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Ocak 2010

Giderek etkisini daha çok gösteren küresel çevre sorunları, tüm diğer doğal kaynaklar gibi suları da tehdit ediyor. Suların tehlike altında olması demekse gezegenimizdeki yaşamın sürekliliğinin doğrudan tehlike altında olması anlamına geliyor. Bu yüzden de gezegenimizin su sistemleri en öncelikli olarak korunması gereken doğal zenginlikler arasında. Su kaynaklarının durumunun değerlendirilmesi ve koruma stratejileri geliştirilmesi de doğal olarak sürdürülebilirlik çalışmalarında önemli bir yer tutuyor. Dünya kamuoyunun söz konusu sorunun boyutlarını ve ciddiyetini fark etmesi, geliştirilen stratejilerin uygulanabilmesi açısından çok önemli. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları'ndan bu yılın başında çıkan Suları Nasıl Tükettik adlı kitap, Worldwatch Enstitüsü'nün biri tatlı su sistemleri, diğeri okyanus sistemleri üzerine iki ayrı raporunu bir araya getiren ve kamuoyunun dikkatine sunan değerli bir kaynak.

Kitabın ilk ana bölümünün başında insanlığın sözüm ona kendi refahı için tatlı su ekosistemlerini sorumsuzca kullanmasının ve tüketmesinin ne gibi çevre felaketlerine yol açtığı anlatılıyor ve bu kaynaklar tüketilirken sağlanan faydadan çok daha fazla zarara uğrandığı vurgulanıyor. Nehirlerin, sulak alanların, taşkın ovalarının ve diğer tatlı su ekosistemlerinin sağladığı imkânlar ve ürünler (teknik adıyla ekosistem hizmetleri) ve bu hiz-



Sandra Postel

Sandra Postel ABD'de Amherst-Massachusetts'te bulunan Küresel Su Politikası Projesi'nin (Global Water Policy Project) yöneticisi, Mount Holyoke Üniversitesi Çevre Bilimleri Bölümü'nde misafir öğretim görevlisi ve kıdemli Worldwatch üyesi. 1997 yılında PBS TV kanalı tarafından belgeselleştirilen Last Oasis (Son Vaha, 1992) ve Pillar of Sand: Can the Irrigation Miracle Last? (Kumdan Sütun: Sulama Mucizesi Uzun Ömürlü Olabilir mi?, 1999) kitaplarının da yazarı olan Postel'İn son kitabı Brian Richter ile birlikte yazdığı Rivers for Life: Managing Water for People and Nature (Yaşam İçin Nehirler: İnsanlar ve Doğa İçin Su Yönetimi, 2003). "Troubled Waters" (Bulanık Sular) başlıklı makalesi 2001'de Amerika'nın En İyi Bilim ve Doğa Yazıları seçkisine girdi. Postel 2002'de Scientific American dergisi tarafından bilim ve teknolojiye yaptığı katkılardan dolayı "Scientific American 50" ödülüne layık görüldü.

Michelle Allsopp

Michelle Allsopp İngiltere'deki Exeter Üniversitesi Biyolojik Bilimler Fakültesi kapsamındaki Greenpeace Araştırma Laboratuvarları'nda araştırma danışmanı. Doktorasını 1991'de Exeter Üniversitesi Biyo-Tıp Bölümü'nde, Royal Devon Tıp Fakültesi'nde ve Exeter Hastanesi'nde tamamladı. On yılı aşkın sürede Greenpeace adına sayısız rapor yazdı ve yayımladı. Bunlar arasında denize atılan çöplerin küresel dağılımı ve etkileri, deniz yaşamındaki kalıcı organik kirleticiler, okyanusların daha verimli hale gelmesine yönelik bilimsel çalışmalara ilişkin raporlar yer alıyor.

Richard Page

Richard Page 1983'te Londra'daki Kings College Çevrebilim Bölümü'nden mezun oldu. Son 14 yıldır Greenpeace'te özellikle okyanusların korunmasına ilişkin çalışmalar yapıyor. Richard uzun süredir balinaların ve diğer memeli deniz canlılarının korunması üzerinde çalışıyor ve halen Greenpeace'in denizde tamamen koruma altına alınmış alanlardan oluşan küresel bir ağ kurma çalışmalarının koordinasyonunu yapıyor.

Paul Johnston

Paul Johnston Greenpeace Araştırma Laboratuvarları'nda yönetici bilim insanı ve Uluslararası Greenpeace Bilim Birimi yöneticisi olarak görev yapıyor. Paul, selenyumun sulara zehir salması konusunu ele alan doktorasını 1984'te Londra Üniversitesi'nde tamamladı. Yirmi yıldır dünyanın her yerindeki Greenpeace birimlerine bilimsel danışmanlık hizmeti veren Paul çevre kirliliği, deniz ekosistemlerinin korunması ve sürdürülebilirlik konularında çok sayıda çalışma yayımladı. Ayrıca, denizlere dökülen petrolün kaynaklarına ilişkin çalışmalarını kısa süre önce tamamlayan GESAMP Çalışma Grubu için çok sayıda uzman topluluğuna ve kurula katkıda bulundu.

David Santillo

Greenpeace Araştırma Laboratuvarları'nda kıdemli bir bilim insanı olan David Santillo on yıldan uzun süredir dünyanın çeşitli yerlerindeki Greenpeace birimlerine analitik destek ve bilimsel danışmanlık hizmeti veriyor. Deniz ve tatlı su biyologu olan Santillo, okyanuslardaki planktonların besin alımı konusundaki çalışmasıyla 1993 yılında Londra Üniversitesi'nde doktorasını tamamladı. Çok sayıda bilim ve bilim politikası odaklı rapor yayımlamanın yanı sıra, okyanusları korumaya yönelik çeşitli uluslararası anlaşmalarda Greenpeace'i temsil etti; ayrıca on yılı aşkın bir süre boyunca Londra Anlaşması'nda gözlemci olarak görev yaptı.

metlerin sağlanamamasının yol açabileceği, bazısı felaket niteliğindeki sorunlar açıklanıyor. İlk ana bölümün "Hasar Tespiti" başlıklı kısmı insan faaliyetlerinin tatlı su ekosistemleri ve bunların sundukları hizmetler üzerindeki etkilerini anlatıyor. Sonraki bölüm dünyanın çeşitli bölgelerinde başarılı örnekleri bulunan, güvenli içme suyu temini için su havzalarını koruma stratejilerini, su havzalarını koruyarak arıtma tesisleri kurmaktan kurtulunmasını sağlayan başarılı projeleri anlatıyor. Sonraki kısımda biyoçeşitliliği korumanın uzun vadede gıda güvenliğine yapacağı katkı irdeleniyor ve ekosistemlerin ve tarımın sürdürülebilirliğini bir arada sağlamanın önemi vurgulanıyor. Kitabın ilk ana bölümü, su politikalarını ve su kaynaklarını sürdürülebilir biçimde yönetmede -ve korumada- gözetilmek üzere öncelikli strateji önerileriyle sona eriyor.

"Okyanuslar Tehlikede" başlıklı ikinci ana bölüm, Worldwatch Enstitüsü'nün Denizlerdeki Biyolojik Çeşitliliği Korumak adlı raporundan uyarlanmış. Bu bölümde okyanus ekosistemlerindeki biyoçeşitliliğin önemi ve bu ekosistemlerin insan etkilerinden dolayı karşı karşıya olduğu tehlikeler anlatılıyor. Bölümün sonunda bu tehlikeleri bertaraf etmeye yönelik strateji önerileri yer alıyor. Yazarlar bu bölümde "balık avlama özgürlüğünü ve denizlerin serbest olmasını savunan mevcut varsayımların yerini, 'denizlere özgürlük' kavramının alması gerektiği" prensibini vurguluyor.

Çok sayıda grafik, fotoğraf ve bilgi kutusuyla zenginleşen kitap sade ve anlaşılır bir dille yazılmış ve akıcı bir kurguya sahip. Kitabın kamuoyunda su kaynaklarının ve ekosistemlerinin sürdürülebilirliği konusunda farkındalık yaratmasını diliyoruz.

Doğanın Gizemleri ve Harikaları

Elizabeth Dalby
Çev. Gülçin Şahin
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Kasım 2010



Doğaya ve canlılar dünyasına dair görsel ağırlıklı kitaplar çocuklar için her zaman ilgi çekici olduğu gibi aynı zamanda hem onların imgelem dünyasının gelişmesine hem de doğaya ve canlılara yönelik olumlu tutumlar edinmelerine katkı sağlıyor. TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları'ndan yeni çıkan Doğanın Gizemleri ve Harikaları adlı kitap genç okurlarımızı doğanın renkli dünyasında heyecan ve bilgi dolu bir yolculuğa davet ediyor. Ağırlıklı olarak hayvanlara dair bilgilerin yer aldığı kitap canlıları yaşama stratejileri ve birbirleriyle ilişkileri açısından ele alıyor. Örneğin "Okyanusta Beslenme", "Hayatta Kalma Numaraları", "Okyanus Çocukları", "İşgalci Bitkiler" gibi başlıklar altında canlılar dünyasından ilginç kesitler sunuluyor. Büyük boyutu, rengârenk fotoğrafları ve çizimleri, ilginç bilgiler veren özet metinleriyle Doğanın Gizemleri ve Harikaları sadece genç okurların değil herkesin karıştırıp okuyabileceği, belgesel tadında bir kitap. Hepimizin doğa sevgisini güçlendirmesi dileğiyle...

"Köpekbalığını ölümcül bir avcıya dönüştüren nedir? Kar neden bazen kırmızıya dönüşür? Penguenler yumurtalarını nerede saklar? Kertenkeleler çölde nasıl serinler? Doğanın ve hayvanların bu ve daha pek çok sırrı bu kitabın içinde. Miniklerden devlere, gizemlilerden tuhaflara bitkilerin ve hayvanların günlük yaşamın onlar için hazırladığı tuzaklarla nasıl başa çıktığına tanık olun. Doğanın Gizemleri ve Harikalarının çarpıcı fotoğrafları ve çizimleriyle bitkilerin ve hayvanların sadece en ustalıklı yapıya sahip olanlarının başarılı olabildiği gizli bir dünyayı keşfe çıkın."

Elizabeth Dalby

Elizabeth Dalby çocuklara ve genç yetişkinlere yönelik kitaplar yazan bir popüler bilim yazarı. Dalby'nin basılmış eserlerinden bazıları: *World History Sticker Atlas: Internet Referenced* (Sticker Atlases), *The Complete Book of Chess* (Usborne Internet-Linked Complete Books), *First Atlas Kid Kit: Bag* (Kid Kits) ve *First Atlas Kid Kit: Box* (Kid Kits).

Doç. Dr. Abdurrahman Coşkun

Matematiğin Bütün Temel Alanlarıyla İlgilenen Son Evrenselci

Henri Poincaré

19. ve 20. yüzyıl, bilimde taşların yerinden oynadığı dönemlerdir. En çok taşı yerinden oynatanların başında kuşkusuz Henri Poincaré gelir. Matematikçiler, onu son evrenselci olarak kabul ediyor. Çünkü o, zamanındaki tüm matematiği tam olarak anlayan son büyük matematikçi idi. Henri Poincaré en az matematik kadar fizik ve bilim felsefesinde de önemli çalışmalar yaptı.

Jules Henri Poincaré 29 Nisan 1854'te Fransa'nın Nancy kentinde doğdu. Poincaré ailesi Fransa'nın birçok değerli bilim ve siyaset insanı yetiştirmiş tanınmış ailelerindendir. Raymond Poincaré (amcasının oğlu) uzun süre başbakanlık ve I. Dünya Savaşı sırasında da Cumhurbaşkanlığı yapmıştır.

Henri Poincaré 1862 yılında Nancy'de liseye başladı. Sonradan bu okula Henri Poincaré Lisesi adı verildi. Lise yıllarında okulun özellikle matematikte en başarılı öğrencisiydi. Matematik öğretmeni ona "matematik canavarı" lakabını takmıştı. Liseden sonra 1872 yılında girdiği École Polytechnique'ten 1875 yılında mezun oldu. Daha sonra École des Mines'a devam eden Poincaré mühendislik eğitiminin yanı sıra matematik çalışmalarını da sürdürdü.

Doktora tezini diferansiyel denklemler konusunda yapan Poincaré, David Hilbert'le birlikte çağın en büyük matematikçisi kabul ediliyor. Yaşamı boyunca matematik ve fizik galaksilerinin adeta tüm yıldızlarına uğradı ve sayısız çalışma yaptı. 1881 yılından ölünceye kadar (1912) Sorbonne Üniversitesi'nde çalışmalarına devam eden Poincaré bilim felsefesi ve matematiğin yanı sıra fiziğin gök mekaniği, termodinamik, elektromanyetizma, hidrodinamik ve optik gibi her biri bir uzmanlık konusu olan çok farklı alanlarında çalışmalar yaptı. Cebirsel topolojinin ve kaos kuramının temellerini atan Poincaré, Albert Einstein'la aynı dönemde fakat ondan bağımsız olarak özel görelilik kuramını geliştirdi.





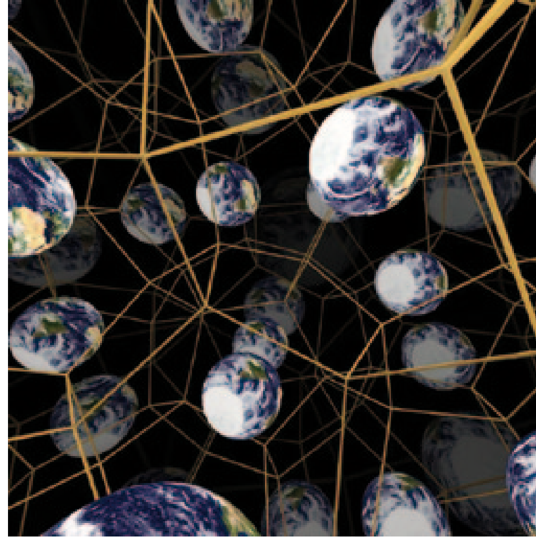
coskun2002@gmail.com

Günümüzde her matematikçinin bir uzmanlık alanı var ve bir matematikçinin tüm matematiğe hâkim olması artık mümkün değil. 18. ve 19. yüzyılda Gauss ve Euler gibi büyük matematikçiler matematikteki tüm gelişmeleri izleyebiliyorlardı. Ancak matematik çok hızla geliştiği için artık bir matematikçinin tüm gelişmeleri izlemesi imkânsız olmaya başladı. Henri Poincaré, döneminin tüm matematiğine hâkim olduğu için son evrenselci olarak biliniyor. Matematikçi Ian Stewart, Henri Poincaré'nin tüm matematiği tam olarak anlayan son matematikçi olduğunu belirtmişti.

Özellikle 19. yüzyılın başından itibaren başta matematik ve fizik olmak üzere bilime ciddi eleştirilerin yöneltildiğini görüyoruz. Kuşkusuz buradaki amaç bilimi yadsımak değil, aksine bilimin ne olduğunu anlamak ve kullandığı yöntemlerin güvenilirliğini ele almak idi. 19. yüzyılın sonuna gelindiğinde bilimin bir çok alanında taşlar yerinden oynamış, Öklid dışı geometrilerin varlığı artık yadsınamaz bir biçimde kabul edilmiş ve Newton'un ortaya koyduğu uzay ve zaman kavramları yerini görelilik kuramına bırakmaya başlamıştı. Poincaré'nin tüm bu gelişmelerde aktif rol aldığını görüyoruz. Öklid dışı geometrileri benimseyen Poincaré, Öklid geometrisinin önemini de hiçbir zaman inkâr etmedi. Ona göre bir geometrinin diğerinden daha doğru olması söz konusu değildi, olsa olsa daha kullanışlı olurdu. Geometride tutarlılığı ön planda tutan Poincaré, matematiksel olarak Öklid geometrisinin ve Öklid dışı geometrilerin birbirlerine üstünlüğünü tartışmanın anlamsız olduğunu belirtmişti.

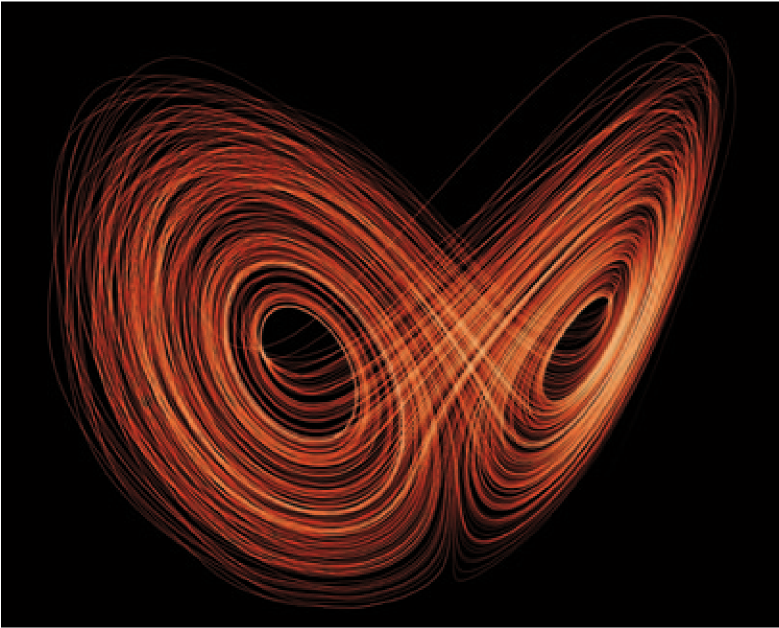
Cebirsel topolojinin temellerini atan Poincaré kendi adı ile bilinen Poincaré Sanısı (Poincaré Conjecture) problemiyle matematikçileri neredeyse 100 yıl uğraştırdı. 1904 yılında ortaya attığı iddia 2002 yılına kadar ne ispatlanabildi ne de çürütüldü. 2000 yılının Mayıs ayında Clay Matematik Enstitüsü (ABD) uzun süredir çözülemeyen çok önemli ve zor problemlerden yedisini seçerek bunları milenyum problemleri olarak nitelendirdi ve bu yedi problemden herhangi birini çözen kişilerin ödüllendirileceğini Paris'teki bir toplantıda duyurdu. Soru başına bir milyon dolar ödül konuldu. Sunulan çözümlerin geçerli olabilmesi için de bazı özel koşullar belirlendi. Bunlardan biri çözümün uluslararası hakemli matematik dergilerinden birinde yayımlanmış olması, diğeri de çözümün genel olarak matematikçiler camiasında kabul görmüş olması idi. Bu problemlerden biri de Poincaré Sanısı olarak bilinen problemdi. Poincaré Sanısı 100 yıllık uğraşılardan sonra, farklı bir yöntem kullanan Rus matematikçi Grigori Perelman tarafından nihayet çözüldü. Perelman, Reimann geometrisi ve geometrik topolojiye katkıları nedeniyle 2006 yılında matematikte en prestijli ödül olan Fields madalyası ile onurlandırıldı. Perelman, bütün matematikçilerin hayallerini süsleyen Fields madalyasını almayı reddettiği gibi Cley Matematik Enstitüsü'nün vereceği bir milyon dolarlık ödülü de almayacağını belirtti. *Science* dergisi Perelman'ın Poincaré Sanısını çözmesini 2006 yılının en önemli bilimsel gelişmesi olarak değerlendirdi.

Poincaré cebirsel topoloji konusunda olduğu gibi kaos kuramı konusunda da öncü çalışmalar yaptı. Üç cisim problemi ile ilgilenirken ilginç sonuçlara ulaştı. Newton yasaları ile iki gök cisminin hareketini açıklamak kolaydır, ancak ikiden fazla gök cismi olduğunda durum değişir ve üç cisim problemi ile karşılaşırız. Poincaré zamanında üç cisim problemi gökbilimde popüler bir konu idi; hatta Norveç Kralı II. Oscar Frederik, Güneş Sistemi'nin kararlı olup olmadığını ispatlayan kişiyi ödüllendireceğini duyurmuştu. Poincaré, Güneş Sistemi'nin kararlı olup olmadığını ispatlamak için başlangıç koşullarını bilmek gerektiğini, çünkü Güneş Sistemi'nin hareketini belirleyen denklem sistemlerinin başlangıç koşullarına bağlı olduğunu belirtti. Güneş Sistemi için başlangıç koşullarının asla tam olarak saptanamayacağını ve bu durumda Güneş Sistemi'nin kararlılığı konusunda bir şey söylenemeyeceğini ortaya koydu. Bu düşünceden hareketle, öngörülemez durum için Poincaré ilk kez "kaos" terimini kullandı. Başlangıç koşullarına hassas bağımlılığı vurgulayan Poincaré kelebek etkisinin varlığını da dolaylı olarak ortaya koyuyordu. Ona göre "gözümüzden kaçan çok küçük bir etken, sonradan görmezden gelemeyeceğimiz çok büyük bir etkiye yol açabilir"di. Sonraki dönemlerde fizikçiler bu olguyu şu cümle ile adeta ölümsüzleştirdiler: "Çin'de bir kelebek kanat çırparsa Teksas'ta fırtına çıkabilir"



Poincaré'nin ölümünden sonra doğan Amerikalı matematikçi ve meteorolog Edward Norton Lorenz (1917-2008) kaos kuramının gelişmesinde adeta baş rol oynadı. Ancak konunun yeniden ele alınması için yaklaşık 50 yıl geçmesi gerekecekti. Çünkü o dönemlerde fizikçiler daha çok kuantum mekaniği gibi konulara yoğunlaşmışlardı. Sadece kaos konusundaki çalışmaları bile Poincaré'nin zamanının ne kadar ilerisinde olduğunu göstermeye yetiyor. Lorenz 1963 yılında, "kelebek etkisi" adını verdiği olguyla, bir sistemde başlangıçta olabilecek küçük değişikliklerin büyük ve öngürülemez olaylar doğurabileceğini ortaya koydu. Atmosferik olayları analiz eden Lorenz'e göre Amazon ormanlarındaki bir kelebeğin kanat çırpması ABD'de kasırga oluşumuna neden olabilirdi.





Aslında kelebek etkisi olarak nitelenen olgu yüzyıllardan beri halk arasında da biliniyor, tıpkı aşağıda ifade edildiği gibi:

Bir mıh bir nal kurtarır
Bir nal bir at kurtarır
Bir at bir er kurtarır
Bir er bir cenk kurtarır
Bir cenk bir ülke kurtarır

Poincaré ve Lorenz kelebek etkisinin her yerde olabileceğini de ortaya koydular.

Çoğu insan belki kuramların bir kişi tarafından geliştirildiğini düşünebilir. Özellikle de kuram adını bir bilim insanından alıyorsa. Albert Einstein tarafından geliştirildiği bilinen özel görelilik kuramında da kuşkusuz çok sayıda bilim insanının katkısı var. Kimlerin yok ki: Galileo'dan Henri Poincaré'ye kadar çok sayıda bilim insanının. Galileo 1632'de bağıl (göreli) hareketten bahsederek görelilik prensibini ortaya koymuştu. 19 yüzyılın sonunda Hendrik Lorentz, Albert Michelson, Max Planck, Herman Minkowski'nin yanı sıra Henri Poincaré de görelilik kuramının ve dolayısıyla modern fiziğin temel taşlarını yerine koydular. Poincaré, 1889'da, tamamen hareketsiz bir yerin olamayacağını göstermişti. 1905'te özel görelilik konusunda çok önemli iki çalışma yayımlandı. Biri Albert Einstein, diğeri Henri Poincaré tarafından. Poincaré çalışmasını Paris'teki Bilimler Akademisi'ne, Einstein da Annalen der Physik dergisine gönderdi. Kısa bir süre sonra Poincaré yeni bir makale daha yayımladı. Einstein Poincaré'nin görelilik konusundaki öncü çalışmalarını takdir etmişti. Bazı araştırmacılar özel görelilik kuramının ilk önce Poincaré tarafından geliştirildiğini iddia ediyor. Bunun doğru olup olmadığı tartışılabilir, ancak 1905 yılında yayımladığı iki makalesi ve daha önceki yayınları dikkate alındığında Poincaré'nin görelilik kuramına büyük katkıları olduğu tartışma götürmez bir gerçektir.

Tıpkı Gauss gibi çok farklı konularda çalışmalar yapan Poincaré matematik ve fiziğin yanı sıra popüler bilim konularında da yazdı. Sadece bilim eğitimi almış insanların değil, herkesin kolaylıkla anlayabileceği bir dille bilimsel eserler yazdı. Gauss ile Poincaré arasındaki önemli farklardan biri Gauss'un "az ama olgun" fikirlerin yayımlanmasından yana olmasıydı. Oysa Poincaré farklı düşünüyordu. Euler kadar olmasa bile yine de 500 kadar araştırma makalesi ve 30 kitap yayımlamıştı. Kitaplarından bazılarının (örneğin Bilim ve Metot, Bilim ve Varsayım) günümüzde hâlâ yeni baskıları yapılmaktadır.

1912 yılında 58 yaşında iken geçirdiği bir prostat ameliyatı sonrası gelişen emboli sonucu ölen Poincaré, bir bilim insanının alabileceği hemen hemen tüm ödülleri almıştır. Adına bilimsel dergi çıkarılan (Annales Henri Poincaré) nadir bilim insanlarından biridir.

Poincaré ele aldığı tüm konuları kendine has üslubuyla yeniden yorumlamış ve bilim felsefesinin gelişmesine önemli katkıları olmuştur. 20. yüzyılın en büyük bilim felsefecilerinden Karl Popper onun için şunları söylüyordu: "Henri Poincaré tüm zamanların en büyük bilim filozofudur". Amerikalı filozof Reuben Hersh'e göre ise o matematiğin Mozart'ı idi.

Poincaré'nin çalışmaları sadece dönemin matematikçileri için değil günümüz matematikçileri için de araştırma konusu olmaya devam ediyor. Onun için 20. yüzyılın Isaac Newton'u demek pek yanlış olmaz. Fizik, matematik ve bilim felsefesi alanlarında yaptığı çalışmalar incelendiğinde bu unvanı fazlasıyla hak ettiği söylenebilir.

Kaynaklar

King, J.P., *Matematik Sanatı*,
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 14. Basım, 2003.
Önder, T., "Poincaré Sanısı", TÜBİTAK *Bilim ve Teknik*, Mayıs 2001.
Ronan, C.A., *Bilim Tarihi Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişimi*,
TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2005.
Gleick, J., *Kaos*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2. Basım, 1995.
Gür, B.S., "Poincaré'nin Matematik Felsefesi Üzerine",
Matematik Dünyası, Sayı 2, s. 80-84, 2006.
Karaçay, T., Determinizm ve Kaos,
http://www.baskent.edu.tr/~tkaracay/etudio/agora/mmf/mmf2_caos.htm

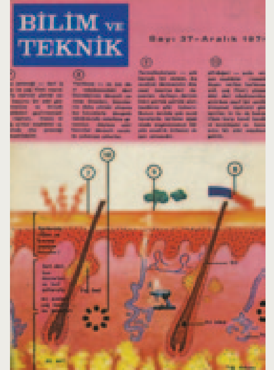
Bilim ve Teknik'le Kırk Yıl

Alp Akoğlu

Aralık 1970

Bilim ve Teknik dergisinin 37. sayısında "Deri Nasıl Çalışır" kapak konusu olarak seçilmiş. Hobby'den çevrilen bu kısa yazıda özellikle güneş ışınlarının deriye zararlarından ve derimizin bizi zararlı ışınlardan ve ısıdan nasıl koruduğundan söz ediliyor. Bu ayki köşemizde "Yıldızlarda Hayat Var" başlıklı yazıdan bazı alıntılar yaptık. Bu yazı göktaşlarında bulunması olası organik molekülleri konu alıyor.

Bilim ve Teknik'in Aralık 1970 sayısının içeriğini oluşturan diğer bazı başlıklar şöyle: Sporda Devrim, Nefes Almanın Tekniği, Elektrik Prizinden Gelen Sıcaklık ve Soğukluk, Sabun Nedir?, Kozmik Işınlar, İki Parmaklı Sayılar, Roger Bacon'un Hayatı, Film Nasıl Banyo Edilir? ve Balonla Yükselme



Yıldızlarda Hayat Var

"Gökten Düşen Taşlar" diye anılan meteoritler oldukça enderdir. 1940 yılında yayımlanan bir katalogda gerçek olduğu kabul edilen 1600 tane meteorit vardır. Bunlardan bazıları birkaç ton ağırlığındadır ve dünyanın çeşitli müzelerinde bulunmaktadır. Ötekiler ise birkaç kilodur. Ancak, ne var ki Arz üzerindeki topraklarda çok büyük sayıda göktaşları bulunmaktadır, çünkü bunlar yüzlerce milyon yıl boyunca göklerden yere yağmışlardır.

Gökten düştüğü kuşkusuz olarak görülen ve bilinen meteoritler dikkate alınırsa yüzde oran şöyle olmaktadır:


Yıldızlarda Hayat Var

Demirli meteoritler: % 5
Karışık olanlar: % 1,5
Taşlı olanlar: % 93,5

Taşlı meteoritlerin onda biri Arzdaki bazalt taşlarına çok benzemektedir. Onda dokuzu ise kitleye yapışmış kabarcıklar gibi görünmektedir. Bu düğümlü kabarcıklara "kondrül" deniyor ve bunun için böyle meteoritlere de "kondrit" adı verilmiştir.

Bu tip kondritler arasında yüzde dört ile yüzde beşinin içerisinde karamsı kitleler görülmektedir ki bunlar da bir nevi gevrek yer tezeğine benzerler ve taşlı kondrüller içerisine yerleşmiş bulunurlar. Bu tip meteoritler ender olan kömürlü kondritler cinsindendir.

Meteoritlerin varlığı yabancı ülkelerde 1790 yılında kabul edilmişti. Fransa'da ise ancak 1803 yılında Normandiya bölgesindeki Laigle mevkiine düşen ünlü ve 3000 parçalık taş yağmurundan sonra Bilimler Akademisi bir inceleme komisyonu göndermişti. Bu komisyonun başında fizikçi Biot vardı ve durumu inceleyip aydınlatmak görevini almıştı. Demek ki göklerde daha doğrusu gökler ötesinde taş vardır.

Gerçekten, yıldızlararası boşlukta milyonlarca yıllar dolaşmış olan bu cisimlerde su bulunması hayret verici bir sorundur. Karbona gelince, bu da hayret uyandırıcıdır, çünkü karbon bunlarda kendini karbonlu maddeler halinde göstermekte ve bu madde ise Arz üzerinde bir hayat maddesi anlamını taşımaktadır. Kömür, milyonlarca yıldır karbonlu maddelerden vücuda gelmektedir.

Nature adındaki tanınmış İngiliz dergisi bir yıl aralıkla aynı başlığı taşıyan iki yazı yayımlamıştı. Nature dergisinin 20 Nisan 1969 sayısında dört uzman tarafından imzalanmış ve Pueblito Allende Meteoridi Üzerine Yapılan Organik Tahlil başlığı ile bir yazı çıkmıştı. Bu dört uzmanın hepsi de Uzay Bilimi Laboratuvarı ve Kimyasal Biyodinamik Laboratuvarı bilginlerindendir. Yazarlar şöyle bir kanata varmışlardı: "Açıkça anlaşılıyor ki, bu meteoritin dış katında görülen organik madde biyolojik menşelidir ve meteorit yere düştükten sonra ona bulaşmıştır. … Bu bulaşmanın çabukluğu ve kirlenmenin çeşitliliği organik maddelerin meteorda bulunabileceği düşüncelerini çürütür, düşen göktaşları az veya çok zaman Arz üzerinde bulunarak organik maddelere bulaşırlar."

Bu yüksek perdeden atılmış bir yorumdur ve Arz ötesi hayatın sanki ellerimizde olduğunun tasdikini ister gibi bir sözdür.

Yine Nature dergisinin Temmuz 1970 sayısında sekiz kişilik iki grup bilgin tarafından imzalanan bir yazı vardır: Pueblito Allende Meteoridi üzerine Organik Tahlil. Gruplardan birisi üç kişilik olup Mc Donnel Araştırma Laboratuvarı'ndandır. Diğer gruptaki dört kişi ise Houston Üniversitesi'nin Biyofizik Bilgiler ve Kimya Fakültesi'ndendir. Bunların etüt yaparak yazdıklarının özetini ifade eden kararları şöyledir:

"Geçen yıl Meksika'ya düşen meteoritin içerisinde bulunan organik maddelerin sonradan topraktan bulaşması düşüncesi kabule şayan görünmüyor." Yazının sahibi bilginler organik maddelerin meteorun kendisine ait olduğuna ve büyük moleküller halinde meteoritin organik olmayan hücrelerinde hazır bulunduklarına karar vermişlerdi.

Bunu muhakeme etmek ve onaylamak bize düşmez. Ancak bilginlere düşen iş, gördüklerini ve bildiklerini kendi aralarında tartışıp anlaşmaya varmaktır. Yakın günlerde belki haberler çıkar.

Muammer Abalı



Akıl Okumak

Aklınızdan iki haneli pozitif bir tam sayı tutun.
Bu sayının rakamlarını toplayın ve tuttuğunuz sayıdan çıkarın.
Örnek olarak, diyelim ki 47 tutmuş olun: 4+7=11; 47-11=36. Böyle hesaplayacaksınız.
Bu çok kolay bir hesaplama. Herkes aklından anında yapıverir.
Öyle, yok üç ekle beşle çarp, bir ters takla at yüz çıkar, astarla topla gibi yorucu bir şey yok.
Evet, tutun bir sayı! Hesabınızı yapın.

99	98	97	96	95	94	93	92	91	90
89	88	87	86	85	84	83	82	81	80
79	78	77	76	75	74	73	72	71	70
69	68	67	66	65	64	63	62	61	60
59	58	57	56	55	54	53	52	51	50
49	48	47	46	45	44	43	42	41	40
39	38	37	36	35	34	33	32	31	30
29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Şimdi üstteki tabloya dikkatlice bakın: Bulduğunuz sayının yanındaki şekli aklınıza kaydedin. Sonra da sıkı durun:

Bulduğunuz sayının yanındaki işaret buydu, değil mi? 

Görüyorsunuz, ne yüzünüzü gördüm ne de gözünüze baktım. Hile, göz bağcılık yapabileceğim hiçbir durum yok. Nasıl okudum aklınızı ama!

İnanmadınız, bu işte bir Çapanoğlu olduğunu düşünüyorsunuz, değil mi? Belki yaptığım numarayı anlayabilirsiniz; bir kez daha deneyelim isterseniz: Tekrar iki haneli bir pozitif tam sayı tutun. Aynı işlemi tekrarlayın; rakamlarını toplayıp tutuğunuz sayıdan çıkarın. Şimdi sağ sayfadaki tabloya bakıp tuttuğunuz sayının yanındaki şekli aklınızda tutun.

Şunu mu bulmuştunuz! 

Şaşırmayın; bilmek kolay.
Sadece, biraz kafa yormak lazım.
Aklınıza geldiği gibi, işin gerisinde matematik var.
Bilince sorun kalmıyor.

İnternette bu ve benzeri, insanı şaşırtan numaralar dolaşıp duruyor. Zaman zaman bana, "Bu işin gerisinde ne var?" diye soran okuyucu arkadaşlarımız oluyor. Gerçekten, son derece sıradan matematik gerçekler üzerine kurulmuş bu tür numaraların benzerlerini siz de kurgulayıp hepimizi şaşırtabilirsiniz. Bütün mesele, pozitif tam sayıların bitmek bilmez özelliklerinden işimize yarayacak birisini seçip, o gerçeği kullanarak bir oyun kurgulayabilmekte.

Bakın, nasıl olup da aklınızı okuduğumu, siz bana hiçbir veri aktarmadığınız halde, uzaktan ve önceden, bunu nasıl yapabildiğimi anlatayım:

Aklınızdan tuttuğunuz sayı XY olsun. Önce bu sayının 10X+Y demek olduğunu, basamaklı, 10 tabanına göre sayı sistemi bilgilerimizle hemen biliyoruz. Hatırlamayan ya da matematiğe pek de yakın olmayan bir meslekten ya da ruh hali içinde olanlar için kısaca açıklayalım: Basamaklı sayı sisteminde, kullandığımız tabana göre rakamlar oluşturuyoruz önce. Yani eğer 10 tabanına göre bir basamaklı sayı sistemi kullanacaksak, 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, rakamlarını oluşturuyoruz. Eğer iki tabanına göre bir basamaklı sayı sistemi kullanacak olsaydık, 0,1 rakamları (işaretleri) yeterli olacaktı. Bilgisayarlar, işlem yaparken sadece 0 ve 1 kullanırlar; çünkü iki tabanına göre bir basamaklı sistem kullanırlar.

Örneğin on üç sayısını 10 tabanlı basamaklı sistemle yazmak istersek 1 tane 10 ve 3 tane de 1 karşılığı olarak **1**(x10)**3(**x1) şeklinde yazarız. Burada bir noktayı daha sizlere söylemeden geçmeyeyim: Aslında 13 sayısında 1 tane 10'un birinci üssü (10^1) ve 3 tane de sıfırıncı üssü (10^0) var demiş olduk. Basamaklı sistemin ruhu, bu tabanın üsleri kavramının üzerinde yükselir. Aynı 13 sayısını 2 tabanına göre yazmak isteseydim, 1 tane 2^3+1 tane 2^2+0 tane 2^1+1 tane 2^0 şeklinde yazmamız gerekirdi. Yani $13_{10}=1101_2$ olacaktı. Alttaki küçük 10 ve 2, tabanın ne olduğunu göstermek için oradalar.

Konu açılmışken, aklımızda bulunsun:

Hangi tabanda yazarsanız yazın 13 sayısı 13 sayısıdır.

İşte püf noktası bu: Kalabalık bir tablo hazırlıyorsunuz, iki haneli bütün sayılar burada olsun. Her sayının karşısına aklınıza esen bir şekil yerleştiriyorsunuz. Ancak 9 ve katlarına daima aynı ve ne olduğunu bildiğiniz bir şekil yerleştiriyorsunuz. Muhatabınız, düşünüp bir sayı tutar, bu sayıdan rakamlar toplamını çıkarıp bir sayı bulurken, bu sayının yanındaki simgeyi dikkatlice aklına yerleştirirken, siz zaten baştan beri söyleyeceğiniz simgeyi biliyorsunuz.

Ne akıl okuma ama değil mi?

Birkaç tane incelik de ekledik mi, al sana yenilmez bir numara; hele matematiğe uzak olanlar için inanılmaz bir sihir sanki:

99	98	97	96	95	94	93	92	91	90
89	88	87	86	85	84	83	82	81	80
79	78	77	76	75	74	73	72	71	70
69	68	67	66	65	64	63	62	61	60
59	58	57	56	55	54	53	52	51	50
49	48	47	46	45	44	43	42	41	40
39	38	37	36	35	34	33	32	31	30
29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Ama bu sayıyı yazmak için kullanacağımız işaretler ve söylemek için çıkaracağımız sesler tabana, alfabeye ve dile göre değişim gösterir. 13, İngilizcede de 13 olarak işaretle yazılır, ama "thirteen" diye söylenir. Bu konu çok ilginç bir konudur aslında. Yeri olmamakla birlikte, bizim 90 (doksan) diye söylediğimiz sayı Fransızlarda da 90 ama onlar "dörtyirmion" anlamında bir ses çıkarırlar kendi dillerinde.

Konuyu dağıttığımı sanıyorsanız, haklısınız demem zor: XY sayısı 10X+Y olarak yazılınca, bu sayıdan X+Y çıkardığımızda ne olur, hemen görebilmeniz için bütün bunları anlattım. Eh arada biraz da bilgiçlik tasladım; olsun o kadar:

$10X+Y-(X+Y)=9X$

Bu size bir ipucu verebilir mi acaba?

Yani aklınızdan hangi sayıyı tutarsanız tutun, sonuçta, bir işlem sonra 9'un katı olan bir sayı bulacaksınız, demiş oluyoruz.

Dikkat ederseniz, dokuzun katlarından 99 ve 90 sayılarına ulaşamazsınız söylediğim yöntemle. Dolayısıyla, 99 ve 90 sayılarının karşısına istediğiniz simgeyi koyun korkmadan. Eğer isterseniz yani!

İkinci incelik, her denemede tabloyu değiştirmek gerekir. Yoksa her oyunda aynı işareti söylemiş olursunuz. Dikkat edin, değiştirilmesi gereken tablonun tamamı değil, 9'un 90 ve 99 hariç katlarının yanındaki simgeler. Bu kadarı yeterli. Muhatabınız diğerlerini izlemeyecektir.

Evet, bu numarayı bilgisayarınızda etkileşimli yapabileceğiniz gibi tabloları birer karta basarak da uygulayabilirsiniz. Çok kolay ama çok etkileyici bir numara!

Bu ay da bu kadar.

Matematikten korkma, matematiksiz kalma!

Emrehan Halıcı

Dengeli Sayı

Her rakamı farklı olan ve bu rakamların yarısı çift sayı, yarısı da tek sayı olan pozitif tamsayıları "dengeli" sayılar olarak adlandıralım. Kaç adet dengeli sayı vardır?
Dengeli sayılara örnekler:
10, 4671, 810475, 4915036278

Sayı Oluşturma

0'dan 4'e kadar olan 5 rakamı tam olarak birer kez kullanarak bir sayı veya sayılar oluşturacaksınız.
Bu işlem kaç farklı biçimde yapılabilir?

Soru 0'dan 2'ye kadar olan 3 rakam için sorulsaydı cevap 9 olacaktı.
(0,1,2), (0,12), (0,21), (1,20), (2,10), (102), (120), (201), (210).

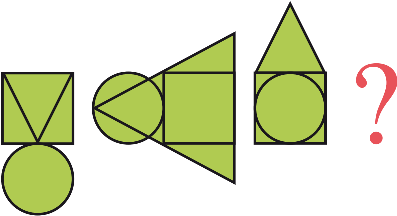
Su Taşıma

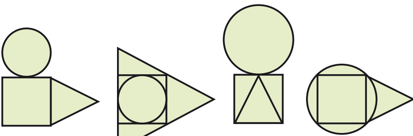
Bir kamptasınız. 90 litrelik bir suyu 20 km ilerideki kamp yerinize taşımak istiyorsunuz. Taşıma kapasiteniz en çok 30 litre ve her kilometrede 2 litre su tüketiyorsunuz. Kamp yerine ulaştırabileceğiniz en çok su miktarı nedir?

Yeterli miktarda bidonunuz var ve yol üzerine bidon bırakıp tekrar alabilirsiniz.

Soru İşareti

Soru işaretinin yerine aşağıdakilerden hangisi gelecek?





A B C D

Evet - Hayır

A, B, C ve D olarak adlandırılan dört öğrenci cevapları ya "EVET" ya da "HAYIR" şıklarından oluşan on soruluk bir sınava girmişlerdir.

Her doğru cevabın değeri 1 puandır.

Tabloda sorulara verilen cevaplar ve A, B ve C'nin sınavdan aldıkları sonuçlar verilmiştir.

D'nin kaç puan alacağını bulunuz.

	A	B	C	D
1	E	E	H	H
2	H	E	E	H
3	H	H	E	E
4	E	H	E	E
5	E	E	E	H
6	H	H	H	E
7	E	E	E	E
8	H	H	E	E
9	E	H	H	H
10	H	E	H	E
Puan	8	4	7	

Sandal

A, B, C, D, E adlarındaki 5 kişi bir sandal kullanarak karşı kıyıya geçeceklerdir.

Sandala en fazla iki kişi binebilir.

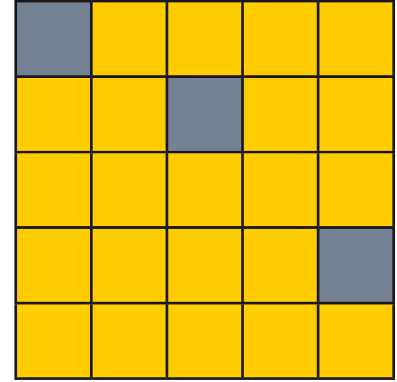
Sandalı tek başına kullandıklarında bir kıyıdan diğerine geçiş süreleri;
A'nın 11, B'nin 7, C'nin 4, D'nin 2, E'nin ise 1 dakikadır.

İki kişi kullandıklarındaki geçiş süreleri, tek başlarına olan geçiş sürelerinin farkı kadardır.

Tümü karşıya en az kaç dakikada geçebilir?

Örnek:
Sandalı AB, A, AC, B, BD, C, CE biçiminde kullansalar, 41 dakikada karşıya geçebilirler.

(4+11+7+7+5+4+3=41)



Desen

5x5'lik karelerden oluşan bir tablonun 3 adet karesi karalanarak kaç farklı desen oluşturulabilir?

Not:
Bir desen başka bir desenin -ters yüz edilmeden- çeşitli kereler döndürülmesiyle elde edilebiliyorsa bu iki desen farklı değildir.

İki Sayı

İki pozitif tamsayının yazılışlarındaki harf sayılarının çarpımı bu iki sayının toplamına eşittir.

Sayılardan büyük olanı en fazla kaç olabilir?

Örnek:
Sayılar 9 ve 21 olsaydı. "DOKUZ" 5 harfli, "YİRMİBİR" 8 harfli olduğundan, bu iki sayının harf sayılarının çarpımı 40, sayıların toplamı ise 30 olacaktı.

Dört Harfli Kod

Alfabemizin 29 harfini kullanarak dört farklı harften oluşan ve ardışık harflerin bulunmadığı kodlar üreteceksiniz. Bu işlem en fazla kaç farklı biçimde gerçekleştirilebilir?

Aynı soru alfabemizin ilk dört harfini kullanarak iki harflik kodlar üretmek için sorulsaydı cevap 6 olacaktı: AC, CA, AÇ, ÇA, BÇ, ÇB.

Komşuların Ortalaması

İlk ve son rakamı dışındaki bütün rakamların, komşularının (sağındaki ve solundaki iki rakamın) ortalamasından büyük olduğu en büyük sayı nedir?

Örnek: 899740 bu koşula uyan bir sayıdır, ancak en büyük sayı değildir.

Geçen Sayının Çözümleri

Sayılar ve Harfler
Dokuz yüz doksan altı bin yetmiş beş.

Tarih Oyunu
31 Ocak Pazartesi.

Geometrik Dizi
a) 256, 320, 400, 500, 625. (Oran=5/4).
b) 162, 216, 288, 384, 512. (Oran=4/3).

Geometrik dizi oluşturan diğer sayılar:

112,168,252,378,567.
128,192,288,432,648.
144,216,324,486,729.
160,240,360,540,810.
176,264,396,594,891.
192,288,432,648,972.
243,324,432,576,768.

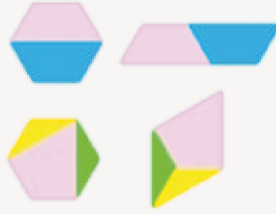
Boy Sırası
1/8640.

Dokuz kişi 9! değişik biçimde oturabilir. Bunlardan 42'si koşulu sağladığı için 42/9! = 1/8640.

Çıkarma
24744753.

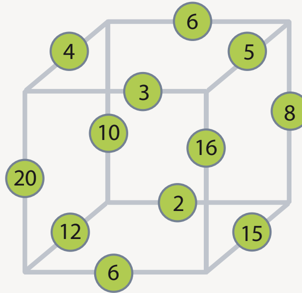
Bu sonucu veren iki durum var:
(3987654012 – 4012398765)
(6012345987 – 5987601234)

Altıgen



Soru İşareti
8 (1+7 =8).

Sayı Kübü
Olası çözümlerden biri:



Çarpımın alabileceği en küçük değer=240.

On Bir Futbolcu
79 farklı biçimde yapılabilir.

Küresel Üçgenler
24 küresel üçgen oluşur.

TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisine Gönderilen Yazı ve Görsellerin Sahip Olması Gereken Özellikler

1. TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisi popüler bilim yazıları yayımlayan bir dergidir. Bu nedenle dergimizde yayımlanan yazılar genel okuyucu tarafından anlaşılabilecek düzeyde, net, yalın ve teknik olmayan bir Türkçe ile yazılmış olmalıdır. Yazılar, başlık, sunuş, ana metin, alt başlıklar, çerçeve metinleri ve görsel malzemelerden oluşmaktadır.

Başlık: Konuyu en iyi ifade edebilecek nitelikte, kısa ve ilgi çekici olmalıdır.

Sunuş: Yazının sunuşu başlığın hemen altında yer alır ve konunun önemini, yazının ilginç yanlarını okuyucuda merak uyandıracak biçimde anlatan birkaç kısa cümleden oluşur. Bu kısım sayfa düzeninde farklı bir yazı karakteriyle, ana metinden ayrı biçimde başlığın altında yer alacaktır.

Ana metin: Ele alınan konunun, savunulan düşüncenin ve ilgili olayların örneklerle açıklandığı bölümdür. Yazılar yapılan bir araştırmayı tanıtmaya yönelik olabilir. Ancak bu gibi durumlarda dahi dergimizin bir popüler bilim yayın organı olduğu göz önüne alınarak, yazının önemli bir kısmının konuyu çok genel hatları, temel bilgileri ve kısa bir gelişim tarihçesiyle okura tanıtması gerekmektedir. Burada teknik terimlerin ve temel kavramların net bir şekilde açıklanması beklenmektedir. Yazının geri kalan kısmında araştırmaya özel hususlardan ve araştırmanın genel katkısından bahsedilmeli, önemi ve yaygın etkisi vurgulanmalıdır. Varsa, konu hakkındaki başlıca görüş farklılıklarına işaret edilmeli, ancak ayrıntılı tartışma ve yargılardan kaçınılmalıdır. Çok ender durumlar dışında yazıda formül bulunmamalıdır.

Alt başlıklar: Ana metinde işlenecek konuyla ilgili farklı görüşlerin ve durumların anlatıldığı paragraflar alt başlıklarla ayrılabilir.

Çerçeve metinler: Ana metinde ele alınan konuyu destekleyici, konuya yeni açılımlar getiren, kimi zaman uzmanlar dışındaki okuyucuların anlayamayacağı nitelikteki teknik kavramları açıklayan, kimi zaman uzman görüşlerinin yer aldığı kısa metinlerdir. Çerçeve metinler yazarın kendisi tarafından hazırlanabileceği gibi, konunun uzmanına da yazdırılabilir.

Kaynaklar: Yazının başvuru kaynakları mutlaka liste halinde yazının sonunda verilmelidir. Kaynaklar aşağıdaki örnek biçimlere uygun şekilde yazılmalıdır:

Alp, S., *Hitit Güneşi*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2002.

Şeker, A., Tokuç, G., Vitrinel, A., Öktem, S. ve Cömert, S., "Menenjitli Vakalarda Beyin Omurilik Sıvısındaki Enzimatik Değişimler", *Çocuk Dergisi*, Cilt 1, Sayı 3, s. 56-62, 1 Mart 2008.

Soylu, U. ve Göçer, M., "Göller Bölgesi Sulak Alanlar Durum Değerlendirmesi," Göller Bölgesi Çalıştayı, 8–10 Aralık 1995.

http://www.news.wisc.edu/16250

Anahtar kavramlar: Konuyla ilgili en çok beş adet kısa açıklamalı anahtar kavram verilmelidir.

Görsel malzemeler: Yazıda ele alınan düşünceyi destekleyici ve açıklayıcı fotoğraf, çizim, grafik gibi sunuşu zenginleştirici öğelerdir. Görsel malzemeler yayın tekniğine uygun kalitede, yeterli büyüklük ve çözünürlükte (baskı boyutunda en az 300 dpi) olmalıdır. Açıklama gerektiren görsellerin alt ve iç yazıları ve görselin kaynağı yazı metninin altında mutlaka verilmelidir. Yazarın temin ettiği görsel malzemelerin telif hakkı sorumluluğu yazara aittir. Yazar gerekli izinleri almakla yükümlüdür.

2. Yazı .txt ya da .doc formatında, elektronik ortamda bteknik@tubitak.gov.tr adresine iletilmelidir. Seçilen görsel malzemelerin nerede kullanılması istendiği metinde işaretlenmiş olmalıdır. Görsel malzemeler metnin içinde değil, ayrıca gönderilmelidir.

3. Bilim ve Teknik dergisine ilk defa yazı gönderecek kişilerin yazılarını eğitim durumlarını ve yazdıkları konudaki yetkinliklerini gösteren 40-60 kelimelik bir özgeçmişi fotoğraflarıyla birlikte göndermeleri gerekmektedir.

4. Dergi yönetiminden onayı alınmış özel durumlar dışında, bir yazı 1800 kelimeyi geçmemelidir.

5. Yukarıdaki koşulları yerine getirdiği takdirde önerilen yazılar, Yayın Kurulu, Konu Editörleri ve Bilimsel Danışmanlar tarafından değerlendirilir. Yayımlanmasına karar verilen yazılar redaksiyon sürecine alınır ve yazarın onayıyla yazı yayımlanma aşamasına getirilir.

6. Yazının; bilimsel, etik ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir.

7. Yukarıdaki koşullar kabul edilerek dergimize gönderilen ve yayımlanan yazıların her türlü yayın hakkı, TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisine aittir.

Not: Dergimiz için yazı hazırlamak isteyenler için daha geniş bilgi içeren "Popüler Bilim Yazarları İçin El Kitabı" http://biltek.tubitak.gov.tr/bdergi/popülerbilimyazarligi.pdf adresindedir.